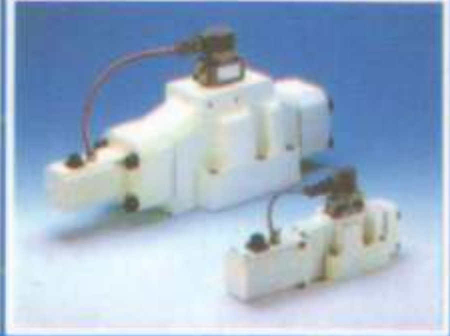
سلسلة التحكم العملية (٦)

التحكم الإلكتروهيدروليكى وتطبيقاته

م. أحمد عبد المتعال













التحكم الإلكتروهيدروليكى وتطبيقاته

بسم الله الرحمن الرحيم

سلسلة التحكم العملية (٦)

التحكم الإلكتروهيدروليكى وتطبيقاته

إعـــداد

م. أحمد عبد المتعال

الكتـــــاب : التحكم الإلكتروهيدروليكى وتطبيقاته

المـــؤلـــف : م. أحمد عبد المتعال

رقم الطبــعــة : الثانية

تاريخ الإصـدار : ١٤٢٥هـ - ٢٠٠٤م

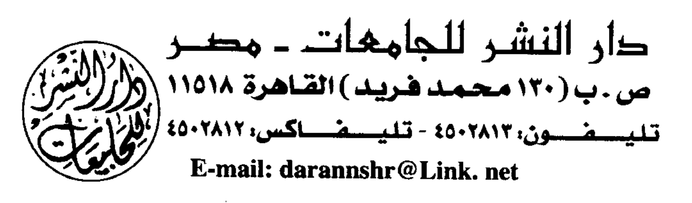
حـقـوق الطبع : محفوظة للناشر

الـنـاشـــــر : دار النشر للجامعات

رقـم الإيـداع : ٢٤٢٠/ ٩٥

الترقيم الدولى : I.S.B.N: 977 - 5526 - 20 - 5

الـكـــــود : ٢/٤


دار النشر للجامعات - مصر
ص. ب (١٣٠ محمد فريد) القاهرة ١١٥١٨
تليفون: ٤٥٠٢٨١٣ - تليفاكس: ٤٥٠٢٨١٢
E-mail: darannshr@Link. net

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَىٰ وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ وَأَصْلِحْ لِي فِي ذُرِّيَّتِي إِنِّي تُبْتُ إِلَيْكَ وَإِنِّي مِنَ الْمُسْلِمِينَ (١٥) ﴾ [الأحقاف : ١٥] .

صدق الله العظيم

شكر وتقدير

أتقدم بخالص الشكر لكل من **المهندس محمد حسن عبده** - رئيس أقسام الصيانة الكهربائية بشركة النصر للمسبوكات (مصنع الزهر المرن)، و**المهندس حسين سعد محمد الشيوى** المهندس بالصيانة الميكانيكية بمجمع الألومنيوم بنجع حمادى على ما قدماه من تعاون صادق وبناء . .

راجياً المولى العلى القدير أن يثيبهم على حسن عملهم . . . وجزاهم الله خير الجزاء . .

المؤلف



بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة الكتاب

عزيزى القارئ...

إليك الكتاب السادس من سلسلة التحكم العملية وهو (التحكم الإلكتروهيدروليكى وتطبيقاته)، وذلك إيفاءً لوعدى لك فى بداية السلسلة بعرض نظم التحكم المختلفة بصورة عملية إن شاء الله، ولقد حرصت فى هذا الكتاب أن أسلك نفس المسار الذى نهجته فى الكتب السابقة ألا وهو التمهيد للقارئ المبتدئ، وتدريب القارئ الفنى، وإشباع القارئ المحترف.

ولقد بدأت هذا الكتاب باستعراض العناصر الهيدروليكية والإلكتروهيدروليكية خصوصاً الصمامات التناسبية والصمامات المؤازرة، والتى تلعب دوراً هاماً فى الصناعة، ثم استعرضت عناصر التحكم الكهربية، ثم أتبعت ذلك بدوائر التحكم الإلكتروهيدروليكية الأساسية وتطبيقات على التحكم الإلكتروهيدروليكى، ولم يفتنى فى هذا الكتاب أن ألقى الضوء على أجهزة التحكم المبرمج PLC's وتطبيقاتها فى النظم الهيدروليكية.

وأخيراً أرجو من الله أن ينفعنى وإياكم بالعلم النافع، وأن يوفقنى فى إثراء المكتبة العربية للحاق بركب التكنولوجيا الحديثة فى التحكم.

م.أحمد عبد المتعال



المحتويات

الموضوع **الصفحة**

الباب الأول

العناصر الهيدروليكية

الباب الثانى

العناصر الإلكتروهيدروليكية

الباب الثالث

عناصر التحكم الكهربى

الباب الرابع

دوائر التحكم الإلكتروهيدروليكية

الباب الخامس

تطبيقات على التحكم الإلكتروهيدروليكى

الباب السادس

أجهزة التحكم المبرمج PLC's

الباب السابع

تطبيقات على أجهزة التحكم

المبرمج فى الأنظمة الهيدروليكية

الباب الأول

العناصر الهيدروليكية

العناصر الهيدروليكية

١ / ١ – مقدمة :

إن كلمة هيدروليك **Hydraulic** مشتقة من الكلمة الإغريقية هيدرو **Hydro** بمعنى ماء، وكذلك أوليس **Aulis** بمعنى ماسورة أو خرطوم. ويعني اصطلاح الهيدروليك أى التحكم فى نقل الحركة والقوى داخل الآلات مستخدمًا السوائل المضغوطة لذلك. (أما مصطلح إلكتروهيدروليك **Electrohydraulic** فيعنى التحكم فى عناصر الفعل الهيدروليكية مثل: الأسطوانات والمحركات الهيدروليكية باستخدام عناصر هيدروليكية، وعناصر إلكتروهيدروليكية وأيضًا عناصر كهربية. ولدراسة النظم الإلكتروهيدروليكية يجب التعرف على هذه العناصر السالفة الذكر، وسوف نتناول العناصر الهيدروليكية فى هذا الباب بشيء من الإيجاز.

فالعناصر الهيدروليكية تنقسم هى الأخرى إلى :

١ – عناصر إمداد الدوائر الهيدروليكية بالزيت المضغوط مثل :

أ – وحدات القدرة الهيدروليكية.

ب – المراكم الهيدروليكية.

٢ – عناصر نقل القدرة الهيدروليكية مثل :

أ – خطوط التوصيل.

ب – أدوات التوصيل.

٣ – عناصر الفعل الهيدروليكية مثل :

أ – المحركات الهيدروليكية.

ب – الأسطوانات الهيدروليكية.

٤ – عناصر التحكم الهيدروليكية مثل :

أ – صمامات التحكم فى الضغط.

ب – صمامات التحكم فى التدفق.

١ / ٢ – وحدة القدرة الهيدروليكية Hydraulic Power Unit :

تعد وحدة القدرة بمثابة القلب النابض فى دوائر التحكم الهيدروليكية، وتتكون هذه الوحدة من مجموعة من العناصر الهيدروليكية أهمها ما يلى:

١ – **المضخة الهيدروليكية**: وتقوم بإمداد الدائرة الهيدروليكية بالزيت الهيدروليكى بالضغط المطلوب.

٢ – **الخزان**: ويقوم بتجميع الزيت الراجع من الدائرة الهيدروليكية وكذلك مد الدائرة بالزيت.

٣ – **الزيت الهيدروليكى**: وهو وسيط نقل القدرة الهيدروليكية.

٤ – **صمام تصريف الضغط**: (حد الضغط) ويعمل على منع وصول ضغط التشغيل للمضخة لحدود غير آمنة، وذلك بتصريف الزيت للخزان.

٥ – **مرشح الزيت الهيدروليكى**: ويقوم بترشيح الزيت الهيدروليكى من الرواسب المعدنية العالقة به، وذلك لحماية العناصر الهيدروليكية من التلف، وهناك عدة أنواع من المرشحات:

الأول: يرشح الزيت الراجع للخزان.

الثانى: يرشح الزيت المسحوب.

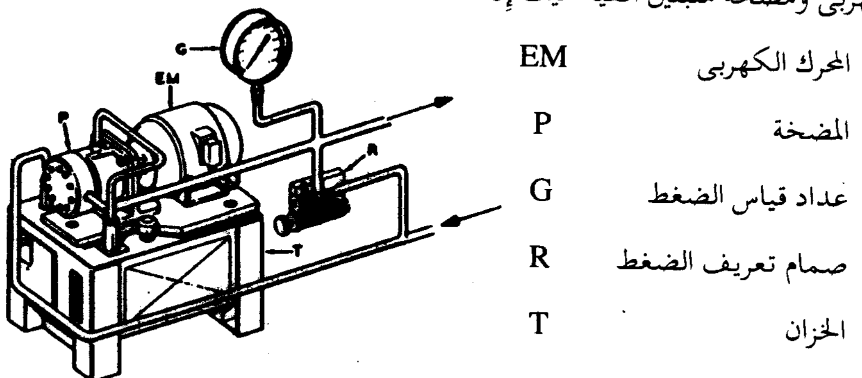
الثالث: يرشح زيت الملء وكذلك الهواء الداخل للخزان.

٦ – **المبردات**: وتقوم بتبريد الزيت الهيدروليكى لمنع حدوث تحلل للزيت الهيدروليكى، نتيجة لارتفاع درجة حرارته، فارتفاع درجة حرارة الزيت الهيدروليكى يؤدى لتلف الزيت، وتباعًا يؤدى لتلف العناصر الهيدروليكية فى الدائرة.

وتسمى المبردات أحيانًا بمبادلات حرارية تقوم بخفض درجة حرارة الزيت، نتيجة للتبادل الحرارى بين الزيت ومائع آخر مثل الماء البارد.

٧ - **السخانات** : وتقوم بتسخين الزيت الهيدروليكى إذا كانت درجة حرارته منخفضة جداً وذلك للتقليل من لزوجة الزيت التى تمثل حملاً زائداً على المضخة الهيدروليكية .

والشكل (١ - ١) يعرض مخططًا توضيحيًا لوحدة قدرة هيدروليكية بمحرك كهربى ومضخة مثبتين أفقيًا حيث إن :



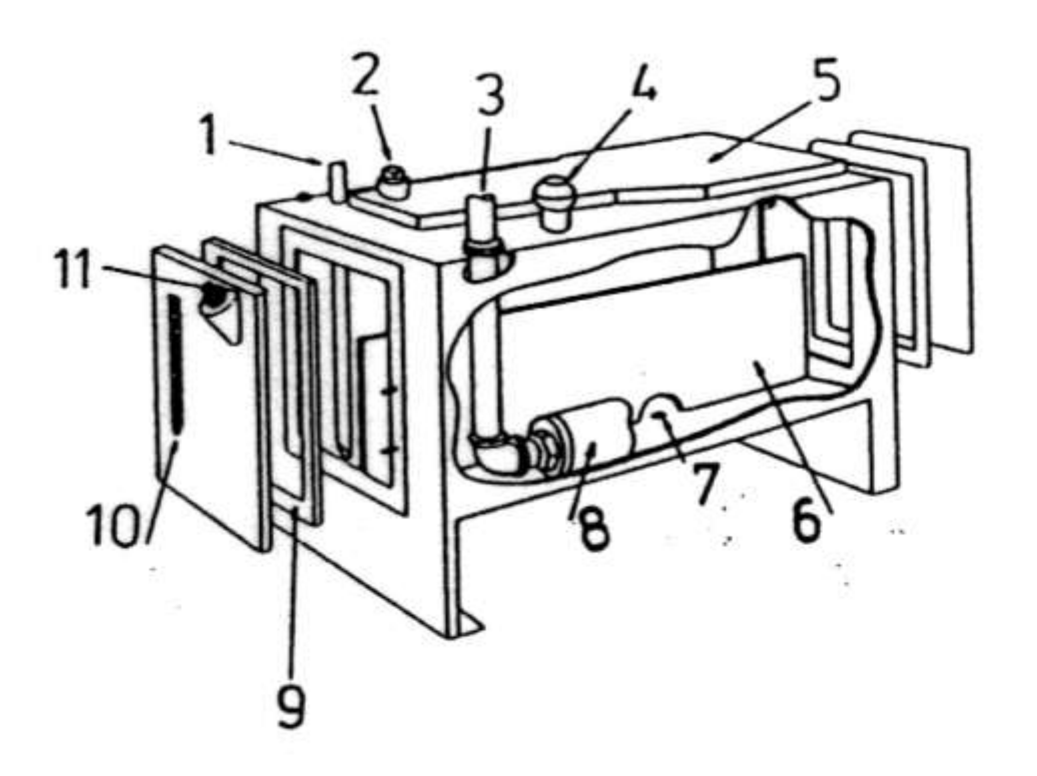
المحرك الكهربى	EM
المضخة	P
عداد قياس الضغط	G
صمام تعريف الضغط	R
الخزان	T

شكل (١ - ١)

والشكل (١ - ٢) يعرض مخططًا مفصلاً لخزان وحدة القدرة الهيدروليكية حيث إن :

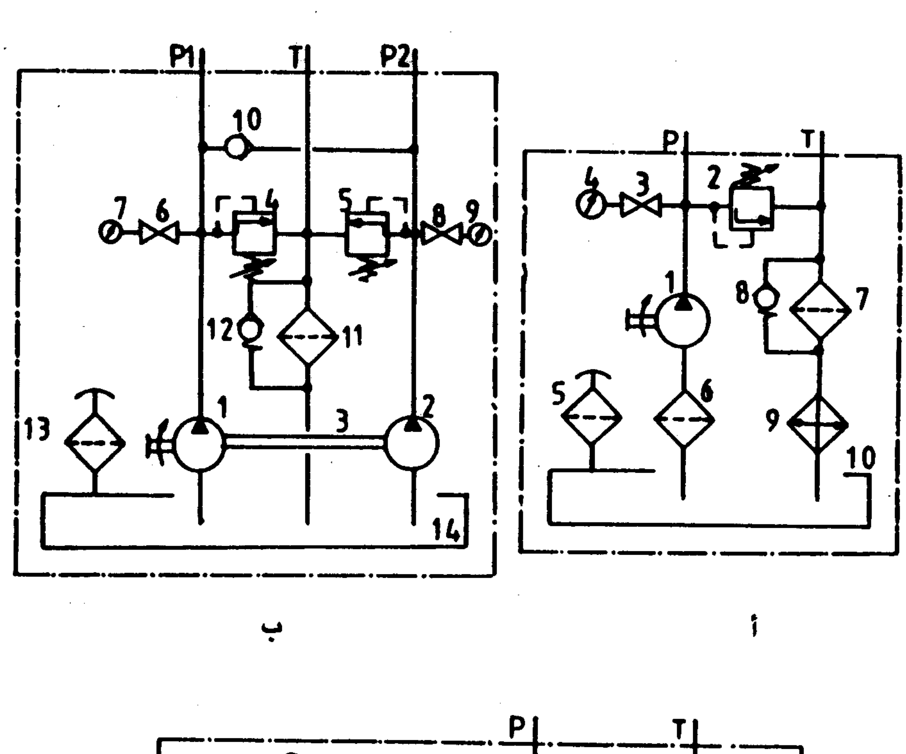
خط الراجع	1
خط صرف المتسرب	2
خط السحب	3
نفث بمرشح للهواء	4
لوح تثبيت المضخة والمحرك الكهربى	5
لوح تقسيم الخزان من الداخل لمنع الدوامات	6
طبة تصريف	7
مصفاة	8
غطاء فتحة التنظيف	9

مبين مستوى الزيت	10
قمع تعبئة الزيت	11

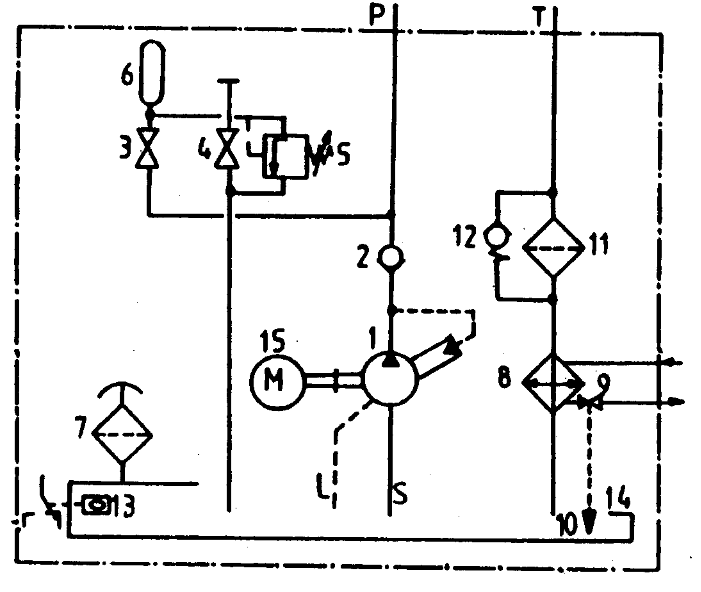


شكل (١ - ٢)

وهناك تصميمات مختلفة لوحدات القدرة الهيدروليكية. وفى الشكل (١ - ٣) عرض لبعض الدوائر الخاصة بوحدات القدرة الهيدروليكية.


P1
T
P2
10
7
6
4
5
8
9
12
11
13
1
3
2
14
P
T
4
3
2
1
8
7
5
6
9
10

ب أ


P
T
6
3
4
5
2
12
11
15
M
1
8
9
7
L
S
13
10
14

جـ

شكل (١ – ٣)

وفيما يلى العناصر المكونة لوحدة القدرة الموضحة بالرسم (أ) :

1 مضخة هيدروليكية.

2 صمام تصريف ضغط المضخة عند وصول الضغط للضغط المعاير عليه الصمام.

3 محبس يدوى للتحكم فى تشغيل العداد 4 .

4 عداد ضغط.

5 مرشح الملء والتنفيس.

6 مرشح السحب.

7 مرشح الراجع.

8 صمام لارجعى يعمل كمسار بديل لمرشح الراجع عند انسداده.

9 مبرد.

10 الخزان.

وفيما يلى العناصر المكونة لوحدة القدرة بالرسم (ب) :

1 مضخة ذات ضغط عالٍ HP وحجم هندسى منخفض LV .

2 مضخة ذات ضغط منخفض LP وحجم هندسى مرتفع HV .

3 وصلة ميكانيكية.

4 صمام تصريف ضغط المضخة 1 .

5 صمام تصريف ضغط المضخة 2 .

6 محبس يدوى للتحكم فى تشغيل العداد 7 .

7 عداد ضغط لقياس ضغط المضخة 1 .

8 محبس يدوى للتحكم فى تشغيل العداد 9 .

9 عداد ضغط لقياس ضغط المضخة 2 .

10 صمام لارجعى .

11 مرشح راجع.

12 صمام لارجعى يعمل كمسار بديل لمرشح الراجع عند انسداده.

13 مرشح ملء وتنفيس.

14 خزان.

وفيما يلى العناصر المكونة لوحدة القدرة الموضحة بالرسم (ج):

1 مضخة متغيرة الحجم الهندسى.

2 صمام لارجعى يمنع عودة الزيت للمضخة.

3 محبس يدوى للتحكم فى ملء المركم 6 .

4 محبس يدوى للتحكم فى تفريغ المركم 6 .

5 صمام تصريف المركم.

6 المركم.

7 مرشح ملء وتنفيس.

8 مبرد.

9 محبس كهربى يتحكم فى تدفق سائل التبريد ذاتيًا عند ارتفاع حرارة الزيت.

10 محبس درجة حرارة الزيت الهيدروليكى.

11 مرشح الزيت الراجع.

12 صمام لارجعى يعمل كمسار بديل عند انسداد المرشح 11 .

13 عوامة كهربية موصلة بدائرة إنذار تعمل عند نقص مستوى الزيت.

14 الخزان.

15 محرك كهربى.

١ / ٢ / ١ - المضخات الهيدروليكية Fluid pumps :

حتى يمكن أن نتناول الأنواع المختلفة للمضخات الهيدروليكية يجب

التعرف أولاً على بعض المصطلحات الفنية المستخدمة فى المضخات وهى كما يلى :

١ - مدى الضغط Pressure range :

ويعطى أقصى ضغط آمن يمكن أن تولده المضخة، ويعطى بوحدة Bar أى Kgp/ Cm2 ، أو بوحدة Psi أى Ib/inch2 .

٢ - الضغط الأقصى Max Pressure : وهو أقصى ضغط تتحمله المضخة .

٣ - ضغط التشغيل Working Pressure :

وهو الضغط الذى تعمل عنده المضخة، ويجب ألا يتعدى هذا الضغط الضغط الأقصى لأى عنصر من عناصر الدائرة الهيدروليكية والمستخدمة فيها .

٤ - الحجم الهندسى Geometric displacement :

ويعطى حجم الزيت الذى تضخه المضخة فى اللفة الواحدة، ويعطى بوحدة L/ rev أى لتر/ لفة أو cc/rev أى سم٣ / لفة .

٥ - السعة Capacity :

ويعطى حجم الزيت الذى تضخه المضخة فى الدقيقة، وهو يساوى حاصل ضرب الحجم الهندسى فى عدد لفات الدوران فى الدقيقة، ويعطى بوحدة L/min أى لتر/ دقيقة أو gal/min أى جالون / دقيقة .

٦ - مدى السرعة Speed range :

ويعطى أقل وأكبر سرعة آمنة يمكن للمضخة أن تعمل عندها بدون حدوث تلف للمضخة، ويعطى بوحدة R.P.M أى لفة / دقيقة .

٧ - الكفاءة الحجمية Volumetic efficiency :

وهى النسبة بين حجم الزيت الخارج من المضخة فى اللفة عند ضغط التشغيل للمضخة إلى حجم الزيت الخارج من المضخة عند ضغط obar .

وتقوم المضخات بصفة عامة بسحب الزيت الهيدروليكى من الخزان ودفعه بضغط

معين للدائرة الهيدروليكية وذلك للتحكم فى تحريك أحمال خارجية، وهذا بالطبع يمثل مقاومة لتدفق الزيت الهيدروليكى، وللتغلب على هذه المقاومة يرتفع ضغط الزيت الهيدروليكى للقيمة التى تمكن من التغلب على هذه المقاومة.

ويمكن تقسيم المضخات الهيدروليكية بصفة عامة إلى:

١ - **مضخات ثابتة الحجم الهندسى**: وهى مضخات لا يمكن تغيير حجمها الهندسى أهمها ما يلى:

أ - مضخات ترسية **Gear Pumps** .

ب - مضخات دوارة ريشية **Vane Pumps** .

جـ - مضخات دوارة بمكابس محورية أونصف قطرية **Piston Pumps** .

٢ - **مضخات متغيرة الحجم الهندسى**: وهى مضخات مزودة بوسيلة للتحكم فى حجمها الهندسى للمحافظة على ثبات التدفق، أو ثبات الضغط، أو ثبات القدرة، أو ثبات جميع هذه المتغيرات معًا وأهم أنواع هذه المضخات ما يلى:

أ - مضخات دوارة ريشية **Vane Pumps** .

ب - مضخات دوارة مكبسية (محورية أو نصف قطرية) **Piston Pumps** .

وسوف نتناول فى هذه الفقرة أكثر المضخات الهيدروليكية انتشاراً وهى المضخات الترسية، وهذه المضخات تكون ثابتة الحجم الهندسى، وتتميز بانخفاض سعرها، وبساطتها، وطول عمرها، وأجزائها المتحركة القليلة، وسهولة صيانتها.

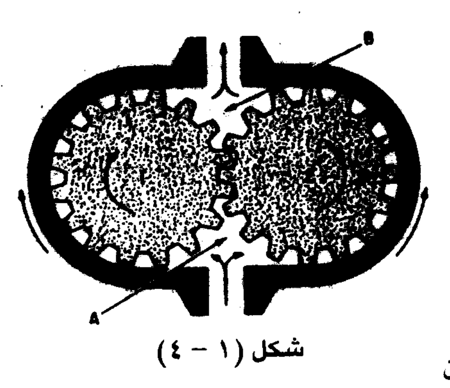
وتتواجد هذه المضخات بأحجام مختلفة، وكذلك بضغوط تشغيل مختلفة، ويتناسب سعر المضخة تناسبًا طرديًا مع الحجم الهندسى ومدى الضغط لها. **وهناك نوعان من المضخات الترسية وهما:**

١ - المضخات الترسية ذات التروس الخارجية.

٢ - المضخات الترسية ذات التروس الداخلية.

وسوف نكتفى هنا بتناول النوع الأول من المضخات الترسية لكثرة استخدامه، وتحتوى هذه المضخات على ترسين خارجيين داخل غلاف المضخة كما هو موضح بالشكل (١ - ٤) حيث تتداخل أسنان الترسين معًا، فالترس 1 مثبت على عمود

الإدارة للمضخة، الترس 2 يدور تباعًا نتيجة للتعشيقة الميكانيكية مع الترس 1 فى الاتجاه المضاد، وعند دوران عمود إدارة المضخة تنفصل أسنان الترسين وتتسع الفراغات بينهما أمام خط السحب فى المنطقة A مما يؤدى لانخفاض الضغط فى خط السحب عن الضغط الجوى فيندفع السائل من الخزان



شكل (١ - ٤)

للمضخة من خلال خط السحب، بينما تضيق الغرف المتكونة بين أسنان الترسين أمام خط الضغط فى المنطقة B فيندفع السائل من خط الضغط بضغط عال يعتمد قيمته على تصميم المضخة، ويتراوح الحجم الهندسى للمضخات الترسية بصفة عامة (3.5: 100cc/rev) ويصل ضغط التشغيل إلى 250 bar ، وتتراوح سرعتها ما بين 1000 : 3000 RPM .

١ / ٢ / ٢ - السائل الهيدروليكى Hydraulic Fluid :

يستخدم السائل الهيدروليكى فى النظام الهيدروليكى كوسيط نقل القوى إلى الأحمال المختلفة، وذلك لأن السائل الهيدروليكى غير قابل للانضغاط، وهناك بعض الخواص الطبيعية لأى سائل هيدروليكى يجب أخذها فى الاعتبار عند اختيار السائل المناسب مثل:

١ - اللزوجة Viscosity :

وتعرف اللزوجة على أنها: المقاومة الداخلية للسائل والتى تمنع تدفق السائل، فمثلاً: البنزين له لزوجة صغيرة تسمح بتدفقه بسهولة بينما الجلسرين له لزوجة عالية تقلل من تدفقه، وعادة تتغير اللزوجة بتغير درجة الحرارة لذلك يجب اختيار السائل الهيدروليكى الذى له لزوجة ثابتة عند درجات حرارة التشغيل المختلفة، ويمكن معرفة ذلك من معرفة رتبة اللزوجة للسائل Viscosity index .

وتعرف رتبة اللزوجة بالعلاقة التالية:

$$VI = \frac{L - U}{L - H} \times 1000$$

حيث إن :

L اللزوجة عند درجة حرارة 100°F لزيت هيدروليكى رتبة لزوجته 0 .

U اللزوجة عند درجة حرارة 100°F للزيت المطلوب تعيين رتبة لزوجته.

H اللزوجة عند درجة حرارة 100°F لزيت له رتبة لزوجة 100 .

ويفضل ارتفاع رتبة اللزوجة للسوائل الهيدروليكية، وتختار لزوجة الزيت بحيث تكون مناسبة للمضخات والمحركات المستخدمة، وعادة فإن معظم مصنعى المضخات والمحركات الهيدروليكية يجدون أن أفضل ظروف تشغيل عند لزوجة 28 CST علماً بأن سنتى ستوك (cst) يكافئ (mm^2/sec) عند درجة حرارة التشغيل حيث إن درجة حرارة التشغيل المتوسطة تساوى 50 درجة مئوية.

٢ - الثبات الكيميائى Chemical stabilility :

ويعرف على أنه درجة تحمل السائل للأكسدة والتحلل عند ظروف التشغيل المختلفة.

٣ - خلوه من الحمضية Freedom from acidity :

وذلك حتى لا يحدث صدأ للأجزاء المعدنية بالدائرة الهيدروليكية.

٤ - نقطة الوميض Flash point :

وهى درجة الحرارة التى يتحول عندها السائل لبخار يشتعل بمجرد تعرضه للهب، ويفضل ارتفاع نقطة الوميض للسائل الهيدروليكى.

٥ - درجة السمية Degree of toxicity :

ويجب أن تقل درجة السمية للزيت لمنع حدوث تسمم للعاملين بالدوائر الهيدروليكية.

ويمكن تقسيم الزيوت الهيدروليكية تبعًا لنوع المحتوى الأعظم لها إلى : أكثرها ماء - أكثرها بترولاً - أكثرها مركبات كيميائية.

وأكثر هذه الأنواع انتشاراً هي: السوائل الهيدروليكية البترولية (المعدنية) ولكن تستخدم الأنواع الأخرى كسوائل هيدروليكية مقاومة للحريق Fire - resistant حيث تستخدم في الأماكن ذات ظروف التشغيل القاسية مثل: المسابك، حيث درجات الحرارة العالية وبالتالي تصبح الزيوت البترولية غير مناسبة للاستخدام لانخفاض درجة حرارة الاشتعال الذاتي لهذه الزيوت البترولية.

١ / ٣ - المراكم الهيدروليكية Hydraulic accumlators :

يعرف المركم الهيدروليكي بأنه خزان يستخدم لتخزين السائل الهيدروليكي تحت ضغط معين لحين الحاجة إليه، **وهناك عدة أنواع من المراكم أهمها:**

١ - المركم ذو الوزن Weight - loaded accumulator .

٢ - المركم ذو الياي Spring - loaded accumulator .

٣ - المركم ذو الكباس Piston type accumulator .

٤ - المركم ذو الكيس الغشائي Bladder type .

وهناك استخدامات مختلفة للمراكم مثل:

١ - مخزن احتياطي للسائل المضغوط يستخدم عندما تحتاج الدائرة الهيدروليكية لكمية كبيرة من السائل المضغوط في فترة زمنية قصيرة، وبالتالي يمكن استخدام مضخة صغيرة الحجم مع المركم بدلاً من استخدام مضخة كبيرة الحجم بمفردها وهذا أفضل من الناحية الاقتصادية.

٢ - تعويض التسريب في الدورة الهيدروليكية وبالتالي تحافظ على ضغط الدورة ثابتاً.

٣ - تخميد قفزات الضغط عند مخارج الأسطوانات بامتصاصها.

٤ - كوحدة طوارئ تعمل على إنهاء عملية قد بدأت أثناء تعطل وحدة القدرة الهيدروليكية.

وفيما يلي رمز المركم بصفة عامة:



١ / ٤ - الخطوط الهيدروليكية وأدوات التوصيل

Hydraulic Lines and Fittings

يوجد ثلاثة أنواع من الخطوط الهيدروليكية وهى :

١ - المواسير الصلبة Rigid :

وهى تصنع من الصلب ويمكن تقسيم هذه المواسير إلى مواسير قياسية Standard ومواسير قوية جداً Extra strong ومواسير بقوة مضاعفة Double extra strong. وجاء هذا التقسيم بناء على سمك جدران هذه المواسير، وتتواجد هذه المواسير بأحجام مختلفة حيث إن حجم الماسورة يطابق عادة القطر الداخلى بالبوصة على سبيل المثال :

1/8, 1/2, 3/8, 1/2, 3/4, 1, ...

٢ - الأنابيب شبه الصلبة Simi rigid tubes :

وهى تصنع عادة من الصلب المخمر المسحوب على البارد، وتختار هذه المواسير بناء على عنصرين هامين وهما : القطر الخارجى وسمك جدرانها، والشكل (١ - ٥) يعرض طرق التركيب الصحيحة والخاطئة للأنابيب شبه الصلبة تبعاً لتوصية شركة weather head co., علماً بأن قطر انحناء هذه الأنابيب يجب ألا يقل عن (2.5: 3D) حيث D هو القطر الخارجى للأنبوبة.

غير صحيح	صحيح

شكل (١ - ٥)

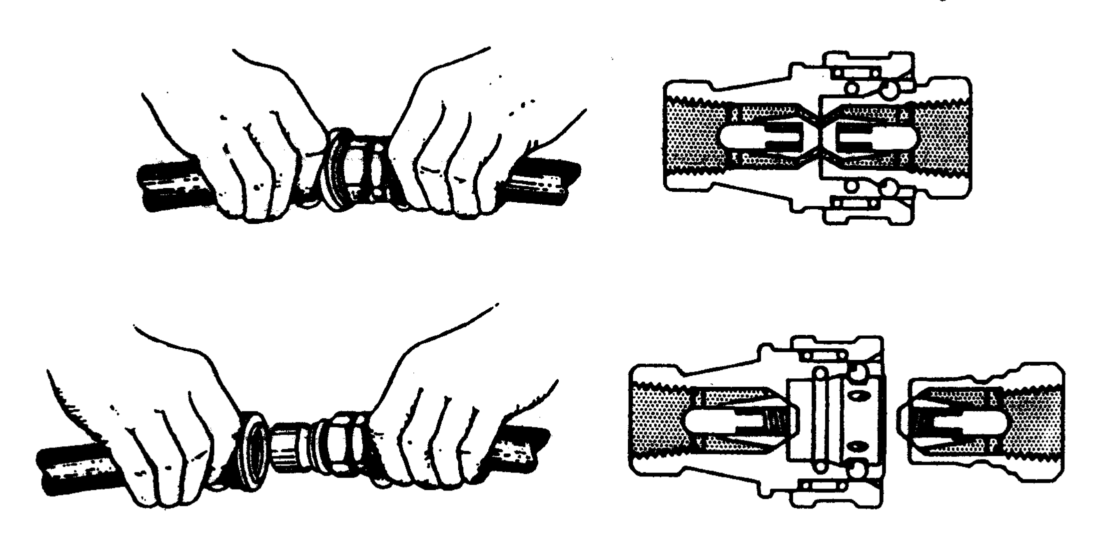
٣ - الخراطيم المرنة Hoses :

تستخدم الخراطيم المرنة عند الحاجة لمرونة خطوط التوصيل على سبيل المثال وصلات الأسطوانات المتحركة أيضًا فى الأماكن التى تتعرض لاهتزازات شديدة، لذلك تستخدم خراطيم مرنة عند مدخل ومخارج المضخات الهيدروليكية، وتصنع الخراطيم المرنة من المطاط الصناعى، وعادة يسمح بارتخاء الخراطيم المرنة أثناء تمديدها وذلك لتعويض النقص الناشئ عن مرور الزيت المضغوط بداخلها والذى قد يصل إلى 5% من طولها ويراعى أن يكون الشكل مقبولاً مع سهولة فك الوصلات وأن يكون نصف قطر الانحناء لا يقل عن 5 مرات من القطر الخارجى للخرطوم.

شكل (١ - ٦)

والشكل (١ - ٦) يبين الطريقة الصحيحة والطريقة الخاطئة لتمديد الخراطيم المرنة تبعًا لتوصيات شركة .Weather head co وأهم الأدوات المستخدمة مع الخراطيم المرنة هى الوصلات السريعة Quick - Disconnect Couplings .

وهذه الوصلات تتميز بسرعة تجميعها وفكها بدون إحداث تسرب للسائل الهيدروليكى من الدائرة الهيدروليكية . وتتكون هذه الوصلات من جزأين يتم ربطهما معًا وذلك بواسطة صامولة تجميع وكل جزء يحتوى على صمام لارجعى (يسمح بمرور السائل الهيدروليكى فى اتجاه واحد) يكون مفتوحًا عندما تكون الوصلة مجمعة والشكل (١ - ٧) يعرض مخططًا توضيحيًا لوصلة سريعة عند فكها وتجميعها.



شكل (١ - ٧)

وفيما يلى رمز الوصلة السريعة وهى مجمعة (الرمز 1) وهى مفكوكة (الرمز 2) :

2 1

١ / ٥ - المحركات الهيدروليكية Fluid motors :

تستخدم المحركات الهيدروليكية للحصول على حركة دورانية، وتتراوح سرعتها ما بين 6000 rpm : 5 وتتشابه المحركات والمضخات الهيدروليكية فى أنواعها وتصميمها مع اختلاف مبدأ التشغيل. حيث إن المحركات تقوم بتحويل الطاقة الهيدروليكية إلى طاقة دورانية، بينما تقوم المضخات بتحويل الطاقة الدورانية إلى طاقة هيدروليكية. وتنقسم المحركات الهيدروليكية إلى :

أ - **محركات ثابتة الإزاحة (الحجم الهندسى) أهمها ما يلى :**

١ - **محركات ترسية** : وهى محركات ذات سرعات عالية وعزوم منخفضة.

٢ - **محركات ريشية** : وهى محركات ذات سرعات عالية وعزوم منخفضة.

٣ - **محركات مكبسية نصف قطرية** : وهى محركات ذات عزوم عالية وسرعات منخفضة.

٤ - **محركات مكبسية محورية : وهى محركات ذات سرعات عالية وعزوم منخفضة.**

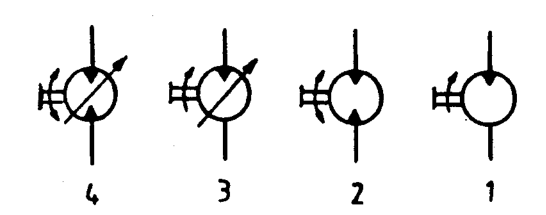
ب - **محركات متغيرة الإزاحة (الحجم الهندسى)** : وأهم أنواعها المحركات المكبسية المحورية متغيرة السرعة (وهى محركات يمكن ضبط سرعتها عند أى قيمة مطلوبة) **وفيما يلى رموز المحركات الهيدروليكية حيث إن :**

الرمز 1 لمحرك بسرعة ثابتة ويدور فى اتجاه واحد.

الرمز 2 لمحرك بسرعة ثابتة ويدور فى اتجاهين.

الرمز 3 لمحرك متغير السرعة ويدور فى اتجاه واحد.

الرمز 4 لمحرك متغير السرعة ويدور فى اتجاهين.



والجدول (١ – ١) يستعرض الخواص الفنية للأنواع المختلفة للمحركات الهيدروليكية المتوفرة فى الأسواق .

نوع المحرك	السرعة cc / rev	السرعة bar	السرعة N . m	السرعة r . p . m
محركات ترسية	5 : 100	حتى 210	حتى 200	300 : 6000
محركات ريشية	20 : 50	80 : 175	حتى 80	100 : 3000
محركات مكبسية نصف قطرية	30 : 5300	حتى 320	حتى 24300	300 : 400
محركات مكبسية محورية	10 : 2000	حتى 400	حتى 11000	السرعة 6000

١ / ٦ – الأسطوانات الهيدروليكية Fluid cylinders :

تعد الأسطوانات الهيدروليكية أهم عناصر الفعل المستخدمة للحصول على حركة فى خط مستقيم أو حركة ترددية . وبالرغم من وجود اختلافات كثيرة فى تصميم الأسطوانات وتطبيقاتها، إلا أنه يمكن تقسيم الأسطوانات إلى نوعين رئيسيين وهما :

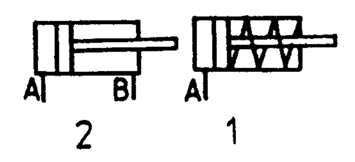
١ – الأسطوانات الأحادية الفعل Single acting cylinders :

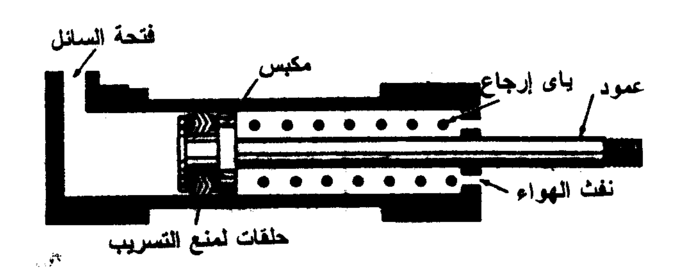
وهى أسطوانات تعطى قوة دفع فى اتجاه واحد وهو اتجاه الذهاب .

٢ – الأسطوانات الثنائية الفعل Double acting cylinders :

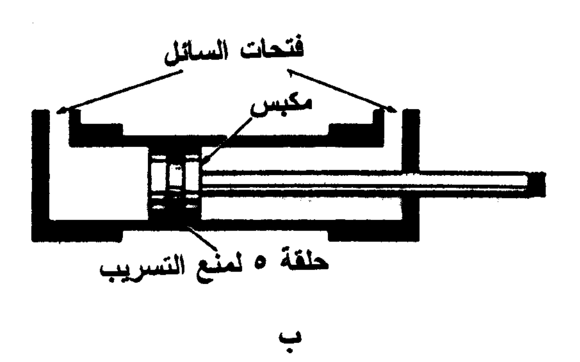
وهى أسطوانات تعطى قوة دفع فى اتجاهى الذهاب والعودة والشكل (١ – ٨) يعرض قطاعاً فى أسطوانة أحادية الفعل (أ)، وآخر فى أسطوانة ثنائية الفعل (ب) .

وفيما يلى رموز الأسطوانات الهيدروليكية فالرمز 1 لأسطوانة أحادية الفعل، والرمز 2 لأسطوانة ثنائية الفعل.





أ



ب

شكل (١ – ٨)

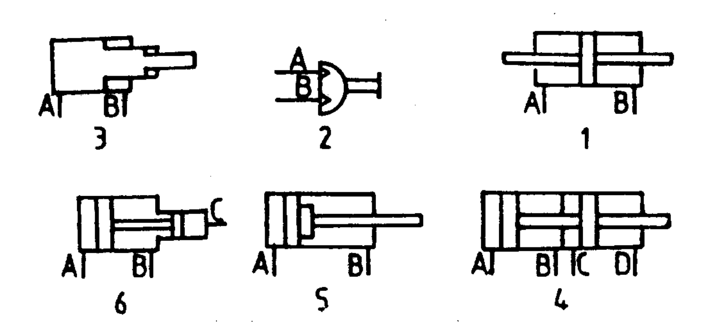
فكرة عمل الأسطوانة الأحادية الفعل :

عند مرور الزيت المضغوط من الفتحة A للأسطوانة يندفع مكبس الأسطوانة للأمام ضد قوة دفع الياى وصولاً لنهاية شوط الذهاب، وعند انقطاع مرور الزيت المضغوط من الفتحة A يعود مكبس الأسطوانة للخلف بفعل ياى الإرجاع.

فكرة عمل الأسطوانة ثنائية الفعل :

عند مرور الزيت المضغوط من الفتحة A يندفع مكبس الأسطوانة للأمام دافعًا الزيت الموجود أمام المكبس من الفتحة B ، وصولاً لنهاية شوط الذهاب، ثم تسكن الأسطوانة بعد ذلك وعند السماح للزيت المضغوط بالمرور من الفتحة B يتراجع مكبس الأسطوانة للخلف دافعًا الزيت الموجود خلفه من الفتحة A فتتراجع الأسطوانة للخلف وصولاً لنهاية شوط العودة ثم تسكن الأسطوانة بعد ذلك.

وهناك أنواع خاصة من الأسطوانات الهيدروليكية رموزها كالآتى :



حيث إن :

- الرمز 1 لأسطوانة ثنائية الفعل بذراعى دفع على جانبيها، وهى تستخدم للحصول على دفع على جانبيها فى شوطى الذهاب والعودة.
- الرمز 2 لأسطوانة دوارة وتعطى هذه الأسطوانة زوايا دورانية أقل من درجة فى الاتجاهين. حيث يعتمد اتجاه دوران الأسطوانة على اتجاه تدفق الزيت المضغوط.
- الرمز 3 لأسطوانة تلسكوبية وهى تستخدم للحصول على أشواط كبيرة فعند السماح للزيت المضغوط بالدخول من المدخل A تتقدم المكابس المتداخلة الأكبر فالأصغر فنحصل على شوط ذهاب كبير، أما عند السماح للزيت المضغوط للدخول من B تتراجع المكابس الأصغر فالأكبر.
- الرمز 4 لأسطوانة بمكبسين متتاليين وتستخدم هذه الأسطوانة للحصول على قوة

دفع كبيرة بالرغم من أن قطر الأسطوانة يكون صغيراً وذلك لأن قوة دفع الأسطوانة تساوى مجموع قوى الدفع لكلا المكبسين.

- الرمز 5 لأسطوانة ذات خمد فى مشوار الذهاب، وهذه الأسطوانة تتميز بانخفاض سرعتها فى نهاية شوط الذهاب وبالتالى تمنع حدوث تصادم للمكبس مع جسم الأسطوانة، ويوجد أسطوانات بخمد فى مشوار الذهاب فقط أو العودة فقط أو كلاهما معاً.

- الرمز 6 لأسطوانة تكبير الضغط وتستخدم هذه الأسطوانة فى الاستخدامات التى تحتاج لضغط كبير جداً مع معدل تدفق صغير بالاستعانة بمضخة ذات حجم صغير وضغط صغير بدلاً من استخدام مضخة ذات ضغط عالٍ جداً وهذا أفضل من الناحية الاقتصادية. فعند مرور الزيت المضغوط والقادم من المضخة من الفتحة A يتقدم المكبس الكبير للأسطوانة دافعاً المكبس الصغير فنحصل على ضغط عالٍ جداً من الفتحة C .

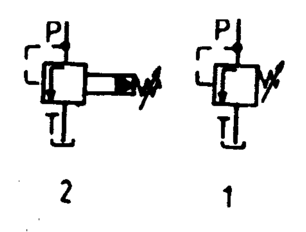
١ / ٧ - صمامات التحكم فى الضغط Pressure Control Valves :

وتنقسم هذه الصمامات إلى ثلاثة أنواع وهى كما يلى:

١ - صمامات حد الضغط أو تصريف الضغط Relief Valves :

وتقوم هذه الصمامات بحماية الدائرة الهيدروليكية من ارتفاع الضغط فيها لحدود غير آمنة، حيث تسمح بإعادة السائل الهيدروليكى للخزان عند وصول الضغط للقيمة المعيارية عليها. ويوجد نوعان من هذه الصمامات الأولى تسمى بصمامات تصريف الضغط المباشرة Direct Relief Valves والثانية تسمى بصمامات تصريف الضغط سابقة التحكم Pilot Operated Relief Valves .

وفيما يلى رموز هذه الأنواع:



فالرمز 1 لصمام تصريف ضغط مباشر، وهذا الصمام يسمح بمرور الزيت المضغوط فى المسار P → T وصولاً للخزان فقط عند وصول قيمة الضغط عند المدخل P للضغط المعاير عليه الصمام.

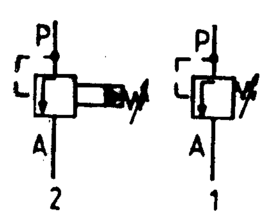
والرمز 2 لصمام تعريف ضغط سابق التحكم، حيث يسمح هذا الصمام بمرور الزيت المضغوط فى المسار P → T فقط عند وصول قيمة الضغط عند المدخل P للضغط المعاير عليه الصمام، أو عند وصول إشارة ضغط لمدخل التحكم x .

وتتميز صمامات تصريف الضغط سابقة التحكم عن صمامات تصريف الضغط المباشر بالدقة العالية عند التدفقات العالية حيث إن ضغط فتح الصمام هو الضغط المعاير عليه الصمام بخطأ يساوى 1% ± فقط.

٢ - الصمامات التتابعية Sequence Valves:

وتشبه فى تركيبها صمامات تصريف الضغط لحد كبير غير أن وظيفتها تختلف، فالصمامات التتابعية تقوم بالسماح بمرور تدفق السائل الهيدروليكى فى المسار P→A عند وصول الضغط عند المدخل T إلى الضغط المعاير عليه الصمام، وتستخدم هذه الصمامات عادةً فى التحكم فى تشغيل الأسطوانات تتابعيًا (انظر الفقرة ٤ - ٤). وهناك نوعان من هذه الصمامات: **الأولى** تسمى بالصمامات التتابعية المباشرة، **والثانية** تسمى بالصمامات التتابعية سابقة التحكم.

وفيما يلى رموز هذه الصمامات:

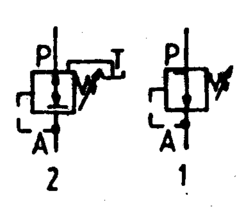


فالرمز 1 لصمام تتابعى مباشر والرمز 2 لصمام تتابعى سابق التحكم، وبالمثل فإن الصمامات التتابعية سابقة التحكم أدق من الصمامات التتابعية المباشرة فى التدفقات الكبيرة.

٣ – صمامات تقليل الضغط **Reducing Valves** :

وتستخدم لخفض الضغط فى أى خط فى الدائرة الهيدروليكية، وتستخدم عندما تكون هناك أحمال تحتاج لضغط أصغر من ضغط المصدر (وحدة القدرة الهيدروليكية).

وهناك نوعان من هذه الصمامات : الأولى : تسمى صمامات خفض الضغط بدون فتحة تصريف. **والثانية :** تسمى بصمامات تصريف ضغط بفتحة تصريف. **وفيما يلى رموز هذه الأنواع :**



فالرمز 1 لصمام بدون فتحة تصريف حيث يعمل هذا النوع على قطع تدفق السائل الهيدروليكى فى المسار $P \rightarrow A$ ، وذلك عند ارتفاع الضغط عند A عن القيمة المعاير عليها الصمام، والرمز 2 لصمام تقليل ضغط بفتحة تصريف حيث يعمل هذا النوع على قطع تدفق السائل الهيدروليكى فى المسار $P \rightarrow A$ ، والسماح بتصريف الضغط الزائد فى المسار $A \rightarrow T$ وصولاً للخزان وذلك عند ارتفاع الضغط عند A عن القيمة المعاير عليها الصمام.

١ / ٨ – الصمامات اللارجعية وصمامات التحكم فى التدفق

Check and Flow Control Valves

وتقوم الصمامات اللارجعية بالسماح للزيت المضغوط بالمرور فى اتجاه واحد، بينما تقوم صمامات التحكم فى التدفق بالتحكم فى معدل تدفق الزيت الهيدروليكى المضغوط، **وهناك عدة أنواع من هذه الصمامات وهى كما يلى :**

١ – الصمامات اللارجعية Check Valves .

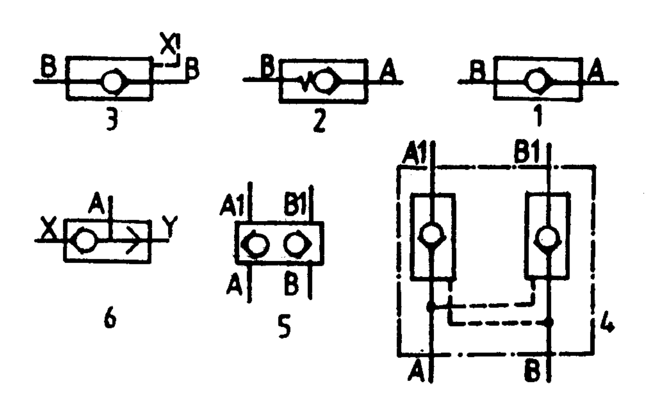
٢ – الصمامات الخانقة Restrictor Valves .

٣ – الصمامات الخانقة اللارجعية Check Restrictor Valves .

٤ – صمامات التحكم فى التدفق بتعويض الضغط Pressure Compensated Flow Control Valves .

١ / ٨ / ١ - الصمامات اللارجعية :

هناك ستة أنواع من الصمامات اللارجعية رموزها كما يلى :

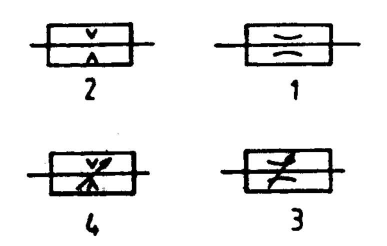


حيث إن :

- الرمز 1 لصمام لارجعى عادى يمرر السائل الهيدروليكى فى الاتجاه B → A ولا يمرر السائل الهيدروليكى فى الاتجاه المعاكس.
- الرمز 2 لصمام لارجعى بياى يمرر السائل الهيدروليكى فى الاتجاه B → A إذا كان ضغط السائل قادراً على التغلب على قوة دفع الياى.
- الرمز 3 لصمام لارجعى بإشارة تحكم ويمرر السائل الهيدروليكى فى الاتجاه → A B وكذلك يمرر السائل الهيدروليكى فى الاتجاه A → B وذلك عند وصول إشارة ضغط لخط التحكم x .
- الرمز 4 لصمام لارجعى مزدوج، ويسمى بالرمز المفصل. والرمز 5 لصمام لارجعى مزدوج، ويسمى بالرمز المختصر، ويتكون هذا الصمام من صمامين لارجعيين بإشارة تحكم ويستخدم هذا الصمام لمنع زحف الأسطوانات، حيث يسمح بمرور السائل الهيدروليكى فى الاتجاه A → A1 , B → B1 فى آن واحد، أو فى الاتجاه A→A1 , B1→B فى نفس الوقت.
- الرمز 6 لصمام ترددى، وهذا الصمام يتكون من صمامين لارجعيين موصلين معًا للعمل كبوابة (أو) منطقية، فإذا وصلت إشارة ضغط عند المدخل x أو المدخل Y أو كلاهما تخرج إشارة ضغط من المخرج A .

١ / ٨ / ٢ – الصمامات الخانقة والصمامات الخانقة اللارجعية :

وتقوم هذه الصمامات بخنق تدفق مرور السائل الهيدروليكى فيها، وفيما يلى رموز الأنواع المختلفة للصمامات الخانقة :



حيث إن :

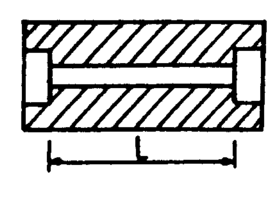
– الرمز 1 لصمام خانق بخنق ثابت، ويتأثر معدل تدفق السائل الهيدروليكى فى هذا الصمام بفرق الضغط على جانبى الصمام، وكذلك لزوجة السائل فيزداد معدل التدفق كلما ازداد فرق الضغط على جانبى الصمام، وهذا بالطبع يعتمد على الحمل، وكذلك فإن معدل التدفق يتناسب عكسيًا مع لزوجة السائل.

– الرمز 2 لصمام خانق بفوهة ثابت الخنق Orifice Valve ويعتمد معدل تدفق السائل الهيدروليكى فى هذا الصمام على فرق ضغط على جانبى الصمام فقط، فيتناسب معدل التدفق طرديًا مع فرق الضغط.

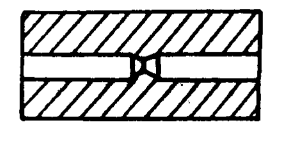
– الرمز 3 لصمام خانق قابل المعايرة، ويعتمد معدل تدفق السائل فى هذا الصمام على مقدار الخنق وفرق الضغط ولزوجة السائل.

– الرمز 4 لصمام خانق بفوهة قابل المعايرة، ويعتمد معدل تدفق السائل فى هذا الصمام على مقدار الخنق وفرق الضغط على جانبى الصمام.

والشكل (١ – ٩) يعرض قطاعًا لصمام خانق ثابت الخنق (أ) وقطاعًا فى صمام خانق بفوهة ثابت الخنق (ب) ويلاحظ أن الفرق الجوهرى بين النوعين هو أن **الأول** يحتوى على منطقة خنق ممتدة بطول L ، أما **الثانى** فيحتوى على نقطة خنق فقط حيث إن طول منطقة الخنق يكون منعدمًا فى الصمام الخانق ذى الفوهة.



أ



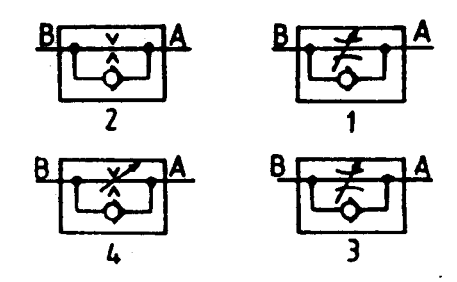
ب

شكل (١ – ٩)

ملاحظة:

الصمامات الخانقة التى تكلمنا عنها فى هذه الفقرة تقوم بخنق تدفق السائل الهيدروليكى بغض النظر عن اتجاهه. أما الصمامات الخانقة اللارجعية فتتكون من صمام خانق وصمام لا رجعى على التوازى، وتقوم بخنق تدفق السائل الهيدروليكى فى اتجاه واحد فقط.

وفيما يلى رموز الأنواع المختلفة لهذه الصمامات:



حيث إن :

الرمز 1 لصمام خانق لارجعى بخنق ثابت، والرمز 2 لصمام لارجعى بفوهة ثابت الخنق، والرمز 3 لصمام خانق لارجعى قابل المعايرة، والرمز 4 لصمام خانق لارجعى بفوهة قابل المعايرة.

وجميع الصمامات الخانقة اللارجعية تقوم بخنق تدفق السائل الهيدروليكى عند المرور فى الاتجاه A→B فقط، وتسمح للسائل الهيدروليكى بالمرور بدون خنق فى الاتجاه المعاكس.

١ / ٨ / ٣ - صمامات التحكم فى التدفق بتعويض الضغط :

وهذه الصمامات تتحكم فى تدفق السائل الهيدروليكى فى اتجاه واحد فقط، ولا يتأثر معدل التدفق فيها بفرق الضغط على جانبيها، ولذلك تستخدم هذه الصمامات فى تنظيم حركة الأسطوانات بغض النظر عن أحمالها، **وفيما يلى الرموز المفصلة والمختصرة للأنواع المختلفة لهذه الصمامات وهى كما يلى :**

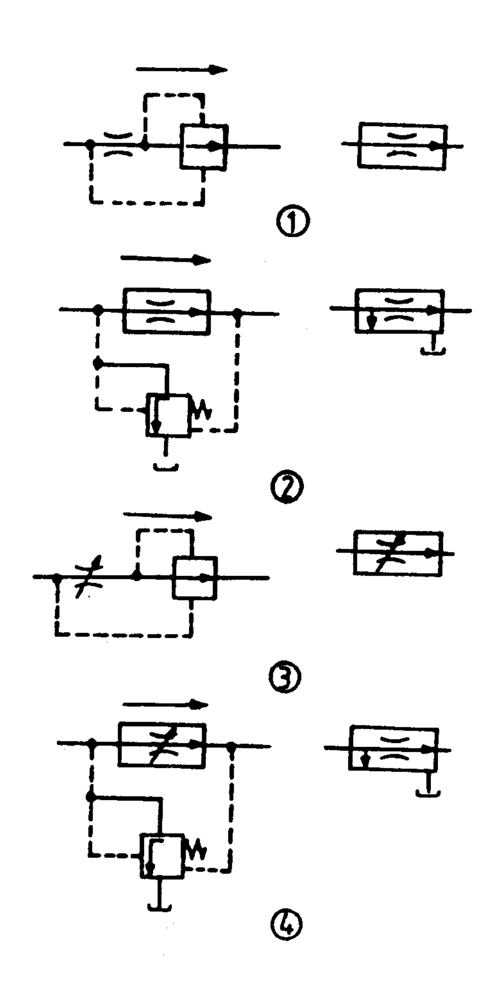
الرمز 1 لصمام تنظيم تدفق مزدوج بخنق ثابت.

الرمز 2 لصمام تنظيم تدفق ثلاثى بخنق ثابت.

الرمز 3 لصمام تنظيم تدفق مزدوج بخنق قابل المعايرة.

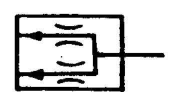
الرمز 4 لصمام تنظيم تدفق ثلاثى بخنق قابل المعايرة.

علماً بأن الفرق بين صمام تنظيم التدفق المزدوج والثلاثى هو أن الأخير يكون مزوداً بفتحة تصريف للضغط الزائد.


①
②
③
④

ملاحظة :

يمكن تقسيم تدفق المصدر بين حملين مختلفين بالتساوى بغض النظر عن قيمة كل حمل باستخدام صمام تقسيم تدفق Flow divider ، ويتكون من عدد 2 صمام تنظيم تدفق مزدوج بتعويض للضغط وفيما يلى رمز صمام تقسيم التدفق.



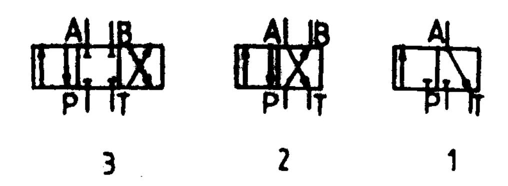
الباب الثانى

العناصر الإلكتروهيدروليكية

العناصر الإلكتروهيدروليكية

٢ / ١ - الصمامات الاتجاهية Direction control valves :

تصمم الصمامات الاتجاهية لتوجيه السائل الهيدروليكى عند الوقت اللازم بالطريقة التى تسمح بأداء معين مثل إدارة محرك هيدروليكى أو حركة أسطوانة للأمام أو للخلف وهكذا. ويسمى الصمام الاتجاهى تبعًا لعدد فتحاته وكذلك تبعًا لعدد مواضع تشغيله، **وفيما يلى رموز ثلاثة أنواع مختلفة من الصمامات الاتجاهية :**



حيث يرمز للصمام بمستطيل مقسم لعدد من المربعات كل مربع يسمى بوضع تشغيل ويوضع على محيط كل مربع فتحات تشغيل الصمام، ويحدد بداخل كل وضع تشغيل (مربع) مسارات التدفق فى هذا الوضع بمجموعة من الأسهم، وعادة يوضع بجوار فتحات الصمام فى الوضع الابتدائى للصمام أحرف تدل على وظيفة كل فتحة.

- فالرمز 1 لصمام بوضعين تشغيل (مربعين) وبثلاث فتحات وهم : P,A,T لذلك يسمى هذا الصمام بصمام اتجاهى 3/2 ومسارات التدفق فى الوضع الأيمن للصمام هى : A→T والفتحة P مغلقة، أما فى الوضع الأيسر فنجد أن مسارات التدفق للصمام هى P→A والفتحة T مغلقة.

- الرمز 2 لصمام بوضعى تشغيل (مربعين) وبأربع فتحات وهى A,B,P,T لذلك يسمى بصمام اتجاهى 4/2 ومسارات التدفق فى الوضع الأيمن للصمام هى : A→T, P→B ومسارات التدفق فى الوضع الأيسر للصمام هى B→T, P→A .

- الرمز 3 لصمام بثلاثة مواضع تشغيل (ثلاثة مربعات) وبأربع فتحات وهى : A,B,P,T لذلك يسمى بصمام اتجاهى 4/3 وجميع فتحاته فى الوضع المركزى

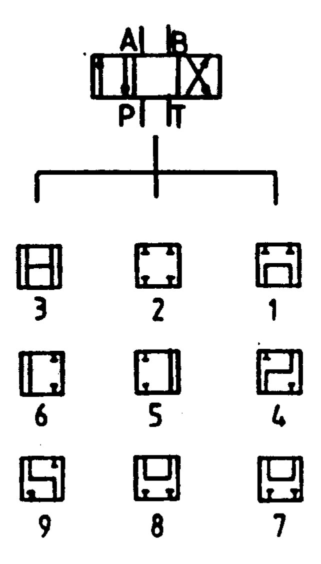
تكون مغلقة ومسارات التدفق فى الوضع الأيمن هى : A→ T, P→ B ومسارات التدفق فى الوضع الأيسر هى : B→ T, P→ A .

ملاحظات :

١- الفتحة P تسمى بفتحة الضغط، وتوصل بوحدة القدرة الهيدروليكية أو بخط الضغط والفتحة T تسمى بفتحة الراجع بالخزان، والفتحات A,B تسمى بفتحات المستخدم، وتوصل بفتحات الأسطوانات أو المحركات .

٢- لكل صمام اتجاهى وضع ابتدائى يعمل عليه الصمام فى أوقات التوقف ووضع ثانوى أو أكثر . وحتى يمكن معرفة اتجاه تدفق السائل الهيدروليكى فى أى وضع تشغيل خلاف الوضع الابتدائى (وهو الوضع المدون عليه رموز الفتحات) تنقل نفس رموز الفتحات من الوضع الابتدائى بنفس الترتيب للأوضاع الثانوية .

٣- تقوم الشركات المصنعة للصمامات الاتجاهية بعرض تصميمات مختلفة للصمامات الاتجاهية 4/3 تختلف فى الوضع المركزى (التعادل) وفيما يلى الأشكال المختلفة لوضع التعادل لهذه الصمامات .



حيث إن :

وضع التعادل الدوار (الرمز 1) يساعد على السماح لخرج المضخة بالعودة مباشرة للخزان وقت الراحة وبالتالى يمنع ارتفاع درجة حرارة الزيت .

ووضع التعادل المغلق (الرمز 2)، يستخدم عند توصيل أكثر من صمام على التوازى مع وحدة قدرة واحدة وذلك لتشغيل أكثر من مستخدم، ويستخدم هذا الوضع أيضاً عند الرغبة لإيقاف المستخدم (أسطوانة أو محرك) فى أى لحظة عند وضع معين.

والوضع المفتوح (الرمز 3)، يستخدم للسماح لخرج المضخة بالعودة للخزان وقت الراحة، وكذلك لجعل عنصر الفعل (أسطوانة أو محرك) حر الحركة فى هذا الوضع.

أما باقى الأوضاع المبينة فلكل منها استخدام، وسوف نتعرض لأكثر هذه الأوضاع فيما بعد.

٤- يوضع على جانبى المستطيل المعبر على الصمام وسائل تشغيل الصمام والتى تقوم بنقل الصمام من وضع تشغيل لآخر، وهناك أنواع مختلفة لهذه الوسائل رموزها كما يلى:

ووسائل تشغيل الصمامات الاتجاهية كما يلى:

- تشغيل الصمام بضاغط يدوى (الرمز 1).
- تشغيل الصمام ببدال يعمل بالقدم (الرمز 2).
- تشغيل الصمام بذراع تشغيل له عدة مواضع (الرمز 3).
- تشغيل الصمام بخابور من الصلب للعمل كصمام نهاية مشوار (الرمز 4).
- تشغيل الصمام ببكرة دفع للعمل كصمام نهاية مشوار (الرمز 5).

- تشغيل الصمام بياى للعودة للوضع الابتدائى (الرمز 6) .
- تشغيل الصمام بإشارة ضغط هيدروليكية (الرمز 7) .
- تشغيل الصمام بملف كهربى (الرمز 8) .
- تشغيل الصمام بملف كهربى سابق التحكم (الرمز 9) .

وسوف نتناول فى الفقرات التالية البوبينات الكهربية المستخدمة فى تشغيل الصمامات الاتجاهية، وكذلك الأنواع المختلفة للصمامات الاتجاهية حسب التصميم.

٢ / ١ / ١ - البوبينات الكهربية Electrical solenoids :

تتكون البوبينة الكهربية بصفة عامة من قلب مغناطيسى وملف كهربى، ويمكن الحصول على قوة دفع وجذب من البوبينات الكهربية، وهناك نوعان من البوبينات الكهربية أحدهما يعمل بالتيار المتردد والآخر يعمل بالتيار المستمر:

أولاً : بوبينات التيار المتغير :

إن بوبينات التيار المتغير ذات التركيب المتشابه لبوبينات التيار المستمر تسحب تياراً كبيراً من المصدر الكهربى يؤدى لاحتراقها إذا وصلت بالمصدر الكهربى لفترة زمنية أكبر من 45 ثانية نتيجة للارتفاع المفرط فى درجة حرارتها وللتغلب على هذه المشكلة تم تصميم قلبها على شكل T، وبالتالى تصبح التيارات الدوامية المتولدة فى القلب المغناطيسى داخل مسارات مغلقة مما يقلل من التيار المسحوب ويمنع احتراق البوبينة مهما طالت فترة توصيلها بالمصدر. ومن أهم أسباب تلف بوبينات التيار المتغير ما يلى :

١- وجود مشكلة ميكانيكية فى الصمام الاتجاهى تمنع حركة القلب المغناطيسى للبوبينة، وأهم أسباب المشاكل الميكانيكية فى الصمامات الاتجاهية : هو وجود شوائب فى الزيت نتيجة لتحلل الزيت الكيميائى.

٢- وصول تيار كهربى لبوبينتى الصمام الاتجاهى ذى البوبينتين فى لحظة واحدة.

٣- وصول عدة مرات تشغيل البوبينات إلى حوالى ١٥٠٠٠ مرة تشغيل تقريباً.

ثانيًا : بوبينات التيار المستمر :

لها تصميم أقوى بكثير فى التركيب من بوبينات التيار المتغير ولها المميزات التالية :

١ـ لا تحترق عند توقف القلب المغناطيسى فى منتصف الشوط نتيجة لمشكلة ميكانيكية .

٢ـ لا تحترق عند وصول تيار كهربى لبوبينتى الصمام الاتجاهى ثنائى البوبينة فى آن واحد .

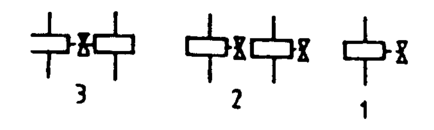
٣ـ يتراوح عمر بوبينات التيار المستمر 25000 مرة تشغيل تقريبًا . ولكن هناك عيوبًا لهذه البوبينات أدت لتحديد استخداماتها وهى كما يلى :

أـ مكلفة فى التصميم .

ب ـ تحتاج لمصدر كهربى خاص .

جـ ـ زمن استجاباتها كبير بالمقارنة بزمن استجابة بوبينات التيار المتغير والشكل (٢-١) يعرض قطاعًا فى بوبينة تيار متغير (أ) وقطاع فى بوبينة تيار مستمر (ب) .

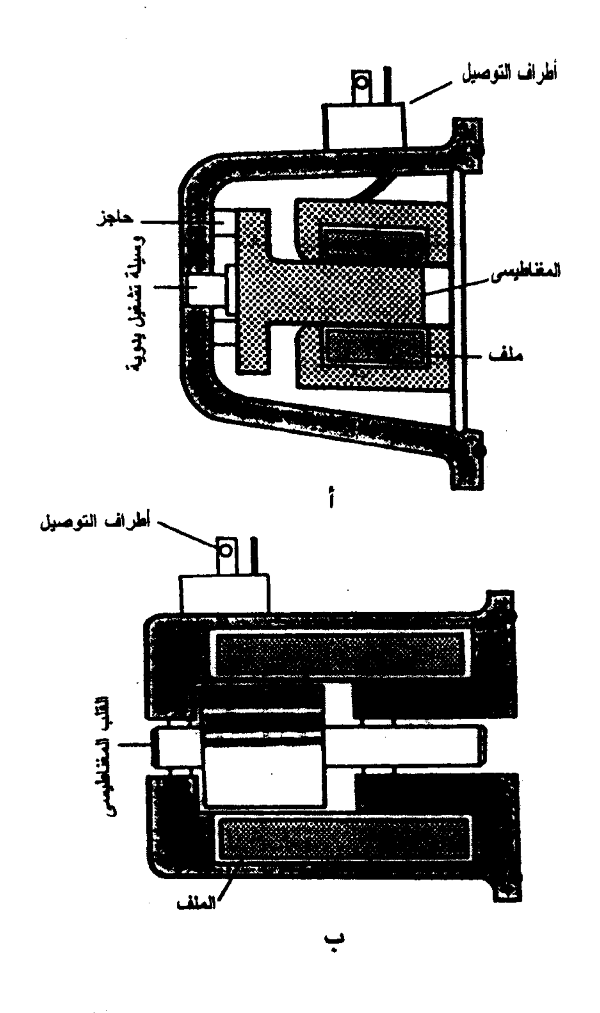
وفيما يلى رموز بوبينات الصمامات الاتجاهية :



حيث إن :

الرمز 1 لبوبينة صمام بملف واحد

الرمز 2 والرمز 3 لبوبينة صمام بملفين .



شكل (٢-١)

٢ / ١ / ٢ - أنواع الصمامات الاتجاهية حسب التصميم:

تنقسم الصمامات الاتجاهية حسب تصميمها إلى:

أ- صمامات اتجاهية قفازة Poppet Valves.

ب- صمامات اتجاهية منزلقة Sliding Spool Valves.

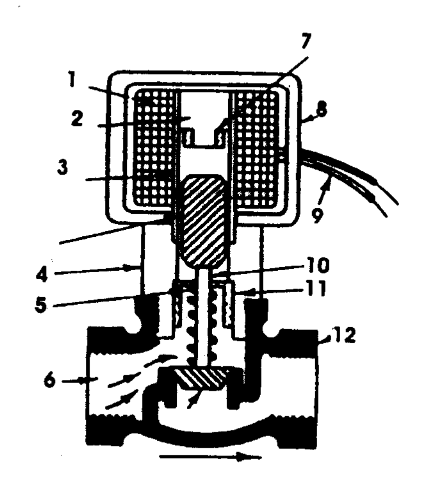
أولاً: الصمامات الاتجاهية القفازة:

تفضل الصمامات الاتجاهية القفازة فى الدوائر ذات التدفقات الكبيرة والتى تحتاج

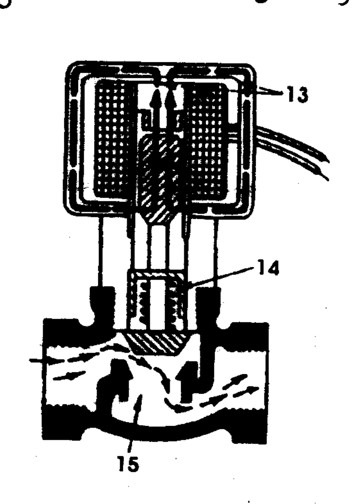
لسرعة استجابة عالية عند الفتح والغلق، وعادة فإن الصمامات القفازة تكون صمامات 3/2 أو صمامات 2/2، وتتميز هذه الصمامات بخلوها من التسربات وطول أعمارها وعدم حاجاتها للصيانة، ويعاب عليها كبر أحجامها وعدم تنوع تصميماتها وذلك لطبيعة عملها والشكل (٢-٢) يعرض قطاعين لصمام قفاز ٢-٢ بملف وياى **أحدهما** فى الوضع الابتدائى (أ) **والثانى** فى وضع التشغيل أى عند وصول تيار كهربى لملفه (ب).

حيث إن :

ملف كهربى	1	جسم الملف	8
القلب المغناطيسى الثابت	2	أطراف الملف الكهربى	9
أنبوبة يوضع بها القلب المتحرك	3	عمود رفع	10
القلب المغناطيسى المتحرك	4	غلاف ياى الإرجاع	11
غطاء	5	جسم الصمام	12
ياى إرجاع	6	مسار الفيض المغناطيسى	13
ملف كهربى مظلل	7	ياى الإرجاع (مضغوط)	14
		فوهة خنق	15



أ



ب

شكل (٢-٢)

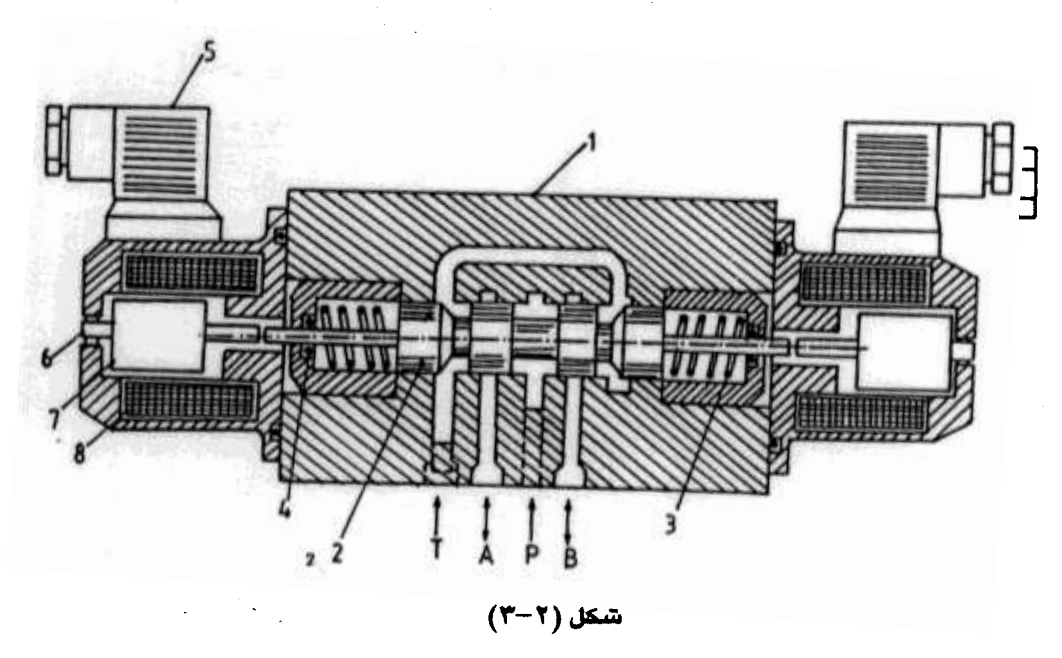
ثانيًا : الصمامات المنزلقة :

تعد الصمامات المنزلقة هى أكثر الصمامات الاتجاهية انتشارًا لتصميماتها المتنوعة، ولكن يعاب عليها حدوث تسربات بها عند أوضاع التشغيل ذات الفتحات المغلقة وذلك نتيجة للخلوصات الموجودة بين العنصر المنزلق للصمام وجسم الصمام والتى تصل إلى (5:15 µm).

والشكل (٢ – ٣) يعرض **قطاعًا** فى صمام اتجاهى منزلق 4/3 بملفين كهربيين وهو فى الوضع المركزى **حيث إن** :

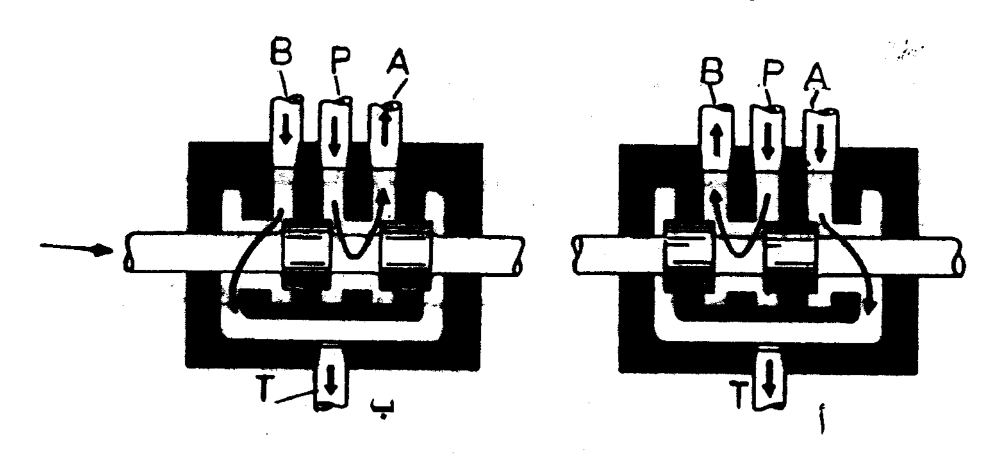
جسم الصمام	1
العنصر المنزلق	2
ياى إرجاع العنصر المنزلق للوضع المركزى	3
حلقة لمنع التسريب	4
مخرج أطراف توصيل التيار الكهربى للبوبينة	5
وسيلة تشغيل يدوية	6
القلب المغناطيسى	7
الملف الكهربى	8

وفى الوضع المركزى للصمام تكون جميع فتحات الصمام **مغلقة**، وعند وصول تيار كهربى للبوبينة اليسرى يتحرك القلب المغناطيسى للبوبينة اليسرى جهة اليمين دافعًا معه العنصر المنزلق فتفتح المسارات A→T, P→B وبمجرد انقطاع التيار الكهربى عن البوبينة اليسرى يقوم الياى الأيمن بإعادة العنصر المنزلق للوضع المركزى، وعند وصول تيار كهربى للبوبينة يتحرك القلب المغناطيسى للبوبينة جهة اليسار دافعًا معه العنصر المنزلق فتفتح المسارات B→T, P→A وبمجرد انقطاع التيار الكهربى عن البوبينة اليمنى يعود العنصر المنزلق لوضعه المركزى بفعل الياى الأيسر وتعود جميع فتحات الصمام مغلقة مرة أخرى.



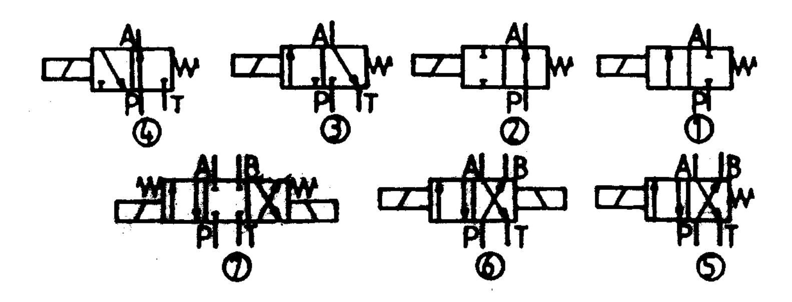
شكل (٢-٣)

والشكل (٢-٤) يوضح نظرية تشغيل الصمامات المنزلقة، حيث يعرض قطاعين لضمام 4/2 فى الوضع الطبيعى (أ) ووضع التشغيل (ب).



شكل (٢-٤)

فـفى الشكل (أ) فـإن مـسـارات تدفق الصـمـام تكون A→ T, P→B. وفى الشكل (ب) فإن مسارات تدفق الصـمـام تكون B→T, P→A وفيـمـا يلى رموز الأنواع المختلفة للصمامات الاتجاهية المباشرة.



حيث إن :

– الرمز 1 لصمام 2/2 بوضع ابتدائى مغلق بملف وياى .

– الرمز 1 لصمام 2/2 بوضع ابتدائى مفتوح بملف وياى .

– الرمز 3 لصمام 3/2 بوضع ابتدائى مغلق بملف وياى .

– الرمز 4 لصمام 3/2 بوضع ابتدائى مفتوح بملف وياى .

– الرمز 5 لصمام 4/2 بملف وياى .

– الرمز 6 لصمام 4/2 بملفين كهربيين .

– الرمز 7 لصمام 4/3 بملفين ويايين .

وحتى يعمل الصمام الإلكتروهيدروليكى (أى الصمام الاتجاهى ذو الملفات الكهربية) يجب أن تكون قوة جذب ودفع البوبينة أكبر من مجموع القوى الآتية :

– قوى الاحتكاك بين المنزلق وجسم الصمام وتزداد بزيادة حجم المنزلق .

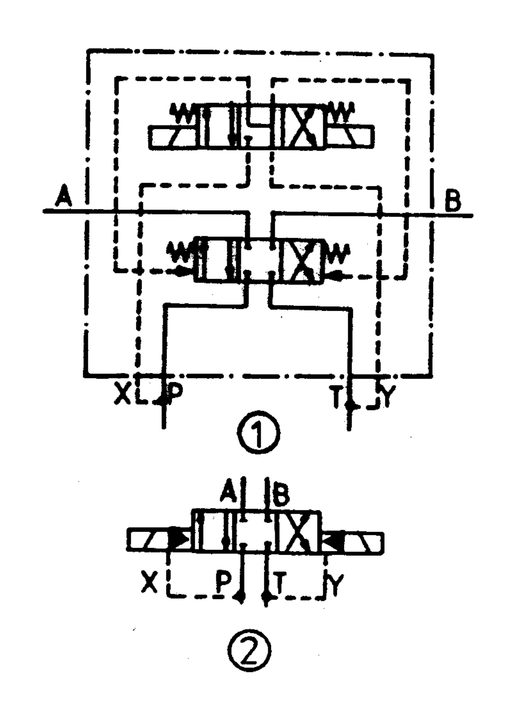
– القصور الذاتى للمنزلق والذى يزداد بزيادة حجم المنزلق .

– قوة دفع ياى الإرجاع إن وجد .

– القوة اللازمة لتحريك العنصر المنزلق ضد ضغط الزيت الواقع عليه، وتزداد هذه القوة بزيادة الضغط وزيادة مساحة فتحات الصمام .

ومن هذا يتضح أنه كلما ازداد حجم الصمام ازداد حجم المنزلق ازدادت حجم البوبينة الكهربية للحصول على قوة جذب ودفع كبيرة، وهذا بالطبع غير عملى لذلك فإن الصمامات الهيدروليكية ذات التدفقات الكبيرة تكون سابقة التحكم،

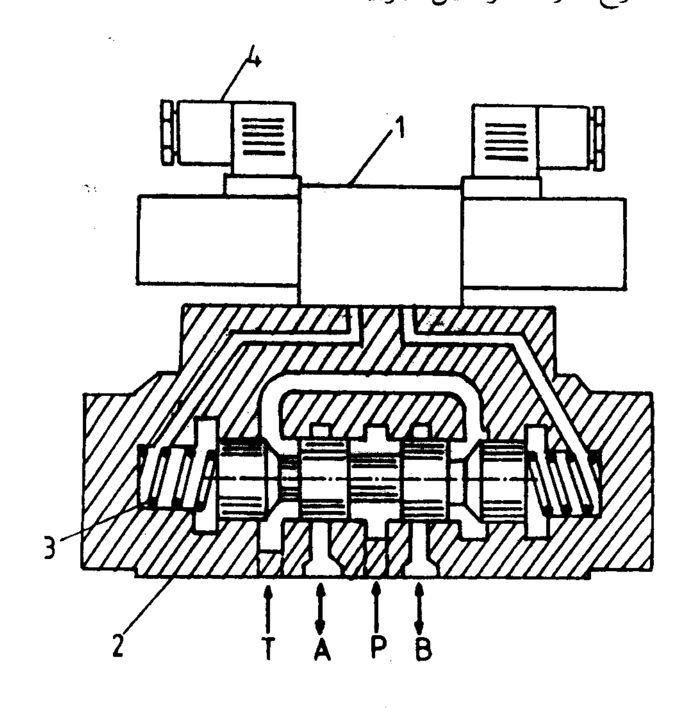
حيث تحتوى الصمامات سابقة التحكم بداخلها على صمامين **الأول**: يسمى صمام الإشارة الهيدروليكية، وهو صمام صغير الحجم ويتم تحريك العنصر المنزلق له بواسطة ملفات كهربية صغيرة أما الصمام **الثاني**: فيسمى الصمام الرئيسى وله حجم يتناسب مع التدفق المطلوب ويتم التحكم فى تحريك العنصر المنزلق الخاص به بواسطة إشارتين هيدروليكيتين قادمتين من مخارج الخدمة لصمام الإشارة، ويرجع انتشار هذا التصميم لإمكانية التحكم فى هذه الصمامات الكبيرة بتيارات صغيرة لصغر حجم البوبينات الكهربية المستخدمة وفيما يلى الرمز المفصل 1 والمختصر 2 لصمام 4/3 سابق التحكم يعمل بملفين كهربيين ويايى إرجاع.



والشكل (٢ – ٥) يعرض قطاعا فى صمام اتجاهى سابق التحكم 4/3 بملفين ويايين.

حيث إن :

صمام التحكم المنزلق	1
الصمام الرئيسى	2
ياى إرجاع	3
مخرج أطراف توصيل البوبينة	4



شكل (٢ – ٥)

٢ / ٢ – الصمامات التناسبية Proportional Valves :

تحتوى الصمامات التناسبية على بوبينات كهربية لها قلب مغناطيسى متحرك بعدد لانهائى من المواضع تبعا لقيمة الكمية الكهربية الداخلة سواء

كانت تياراً أو جهداً، وتستخدم الصمامات التناسبية كصمامات تحكم في التدفق، أو تحكم في الضغط، أو كصمامات اتجاهية، وتستخدم بعض الدوائر الإلكترونية للتحكم في الصمامات التناسبية لتحسين أدائها، ولزيادة اتساع مدى التشغيل لها.

وتقوم الشركة المصنعة للصمامات التناسبية بإنتاج طرازات مختلفة من المنظمات الإلكترونية التي تستخدم في الحكم في الصمامات التناسبية.

وكما هو الحال في الصمامات التقليدية فإن الصمامات التناسبية تنقسم إلى نوعين حسب نظرية تشغيلها كما يلي:

١ - صمامات تناسبية مباشرة.

٢ - صمامات تناسبية سابقة التحكم.

وتشبه البوبينات الكهربية المستخدمة في الصمامات التناسبية لحد كبير البوبينات الكهربية المستمرة المعروضة بالشكل (٢-١) ب.

ولكن هناك نوعين من البوبينات الكهربية للصمامات التناسبية حسب طول شوط القلب المغناطيسي كما يلي:

١ - بوبينة كهربية لها قلب مغناطيسي متحرك بشوط قصير.

٢ - بوبينة كهربية لها قلب مغناطيسي متحرك بشوط طويل.

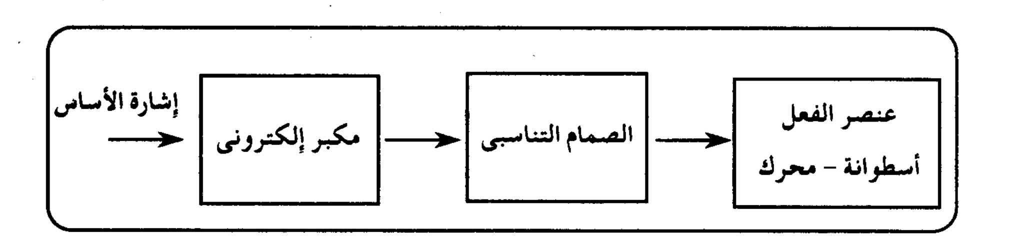
ويستخدم النوع الأول عادة مع الصمامات التناسبية سابقة التحكم، بينما يستخدم النوع الثاني مع الصمامات التناسبية المباشرة.

٢ / ٢ / ١ - أنواع النظم العامة بالصمامات التناسبية.

يمكن تقسيم النظم العامة بالصمامات التناسبية إلى ثلاثة أنواع مختلفة:

١ - نظام الدائرة المفتوحة Open - Loop system :

والشكل (٢ - ٦) يعرض المخطط البلوكي لهذا النظام.

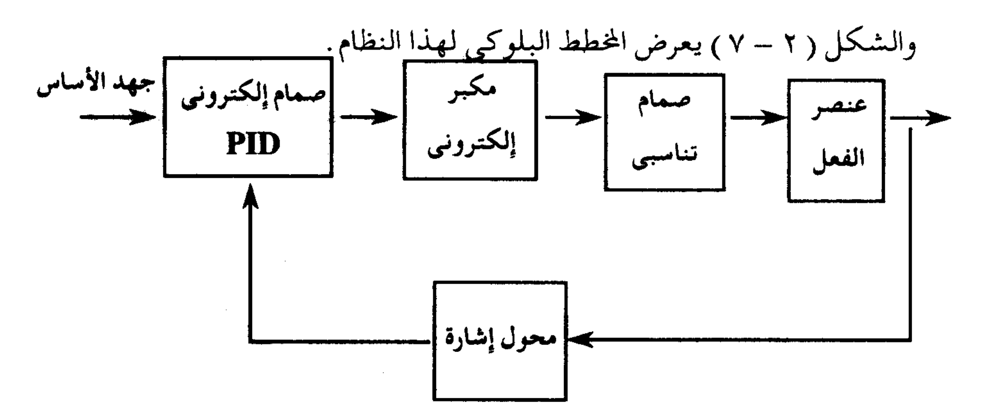


شكل (٢ - ٦)

وهذا النظام هو أبسط النظم المستخدمة لتشغيل الصمامات التناسبية، ويمكن التحكم فى الصمامات التناسبية لهذا النظام مباشرة بالتحكم فى جهد الأساس التى تدخل للمكبر الإلكترونى ويعاب على هذا النظام أنه إذا تعرض لمؤثرات خارجية مثل ارتفاع درجة الحرارة أو تغير لزوجة الزيت أو تغير الحمل، فإن تدفق الصمام التناسبى سيتغير، وبالتالى فإن أداء النظام سيختل، ولتحسين أداء النظام فى هذه الحالة يلزم الأمر إعادة ضبط جهد الأساس وعادة يتراوح ما بين (0 : 10V) .

٢ - النظام ذو الدائرة المغلقة Closed - Loop System :

والشكل (٢ - ٧) يعرض المخطط البلوكى لهذا النظام.



شكل (٢ - ٧)

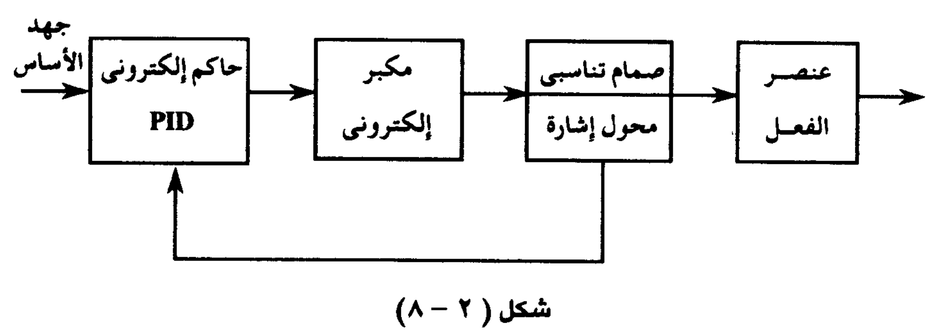
ويحتوى هذا النظام على محول إشارة transducer مثبت على عنصر الفعل سواء كان أسطوانة أو محرك هيدروليكى، ويقوم محول الإشارة بتحويل خرج عنصر الفعل سواء كان إزاحة خطية أودورانية إلى إشارة جهد وتصل هذه الإشارة إلى

الحاكم الإلكترونى PID والذي يحتوى علي مقارن Compartor يقوم بمقارنة الإشارة المرتدة مع إشارة الأساس، وفى حالة وجود أى فرق يتغير خرج PID ، وتباعاً يتغير خرج المكبر الإلكترونى فتتغير قيمة الإشارة الكهربية التى تصل لبوبينة الصمام التناسبى فيتغير تدفق الصمام التناسبى، وبهذا النظام يمكن الوصول للأداء المطلوب لعنصر الفعل مهما تغيرت ظروف التشغيل الخارجية مثل الأحمال.

٣ - نظم ذات صمامات تناسبية بمحولات إشارة.

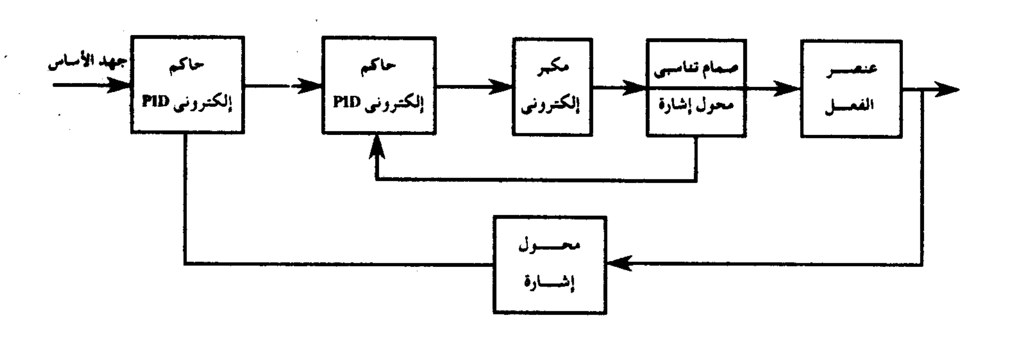
System With Valve - Integrated Feed - back Transducer

الشكل (٢ - ٨) يعرض المخطط البلوكى لهذا النظام



شكل (٢ - ٨)

يحتوى الصمام التناسبى المستخدم فى هذا النظام على محول تفاضلى متغير خطى LVDT ، يثبت العنصر المنزلق للصمام، حيث يقوم هذا المحول بتحويل الإزاحة الخطية للعنصر المنزلق لإشارة كهربية (لمعرفة تركيب ونظرية عمل LVDT انظر الفقرة ٣ - ٣ - ٥) تصل إلى الحاكم الإلكترونى PID لمقارنتها مع إشارة الأساس، وفي حالة وجود أى اختلاف يقوم الحاكم PID بتغيير خرجه فيتغير خرج المكبر الإلكترونى وبالتالى تتغير إشارة التشغيل الكهربية لبوبينة الصمام التناسبى فيتغير وضع العنصر المنزلق،وتباعاً يتغير تدفق الصمام. ويستخدم هذا النظام عادة بدلا من نظام الدائرة المفتوحة خصوصا إذا كان من الصعوبة تثبيت محول إشارة على عنصر الفعل، ويمكن تحسين أداء نظام الدائرة المغلقة باستخدام صمامات تناسبية بمحولات إشارة كما هو واضح من الشكل (٢ - ٩) ويسمى هذا النظام بنظام الدائرة المغلقة المزدوجة.



شكل (٢ – ٩)

ملاحظة:

أهم الأسباب اختلال النظم العامة بالصمامات التناسبية ما يلى:

أ – انقطاع أحد كابلات التغذية المرتدة.

ب – عدم تأريض الشبكة المعدنية لكابلات الصمامات، حيث إن هذه الكابلات تكون عادة مغطاة بشبكة معدنية.

جـ – وجود شوائب فى الزيت الهيدروليكى تعيق من حركة العنصر المنزلق للصمام.

٢ / ٢ / ٢ – الصمامات التناسبية قصيرة المشوار

Short Stroke Proportional Valves

عادة هذا النوع من الصمامات يكون سابق التحكم، ويصل طول مشوار هذه الصمامات ما بين 1:1.5mm، وهذا المشوار الصغير يحدد من مقدار التدفق المار فى الصمام.

والشكل (٢ – ١٠) يعرض قطاعا فى صمام تصريف ضغط تناسبى سابق التحكم.

حيث إن :

جسم الصمام	1
صمام التحكم الهيدروليكى	2
البوبينة التناسبية	3

كباس الصمام الرئيسى 4

خانق 5

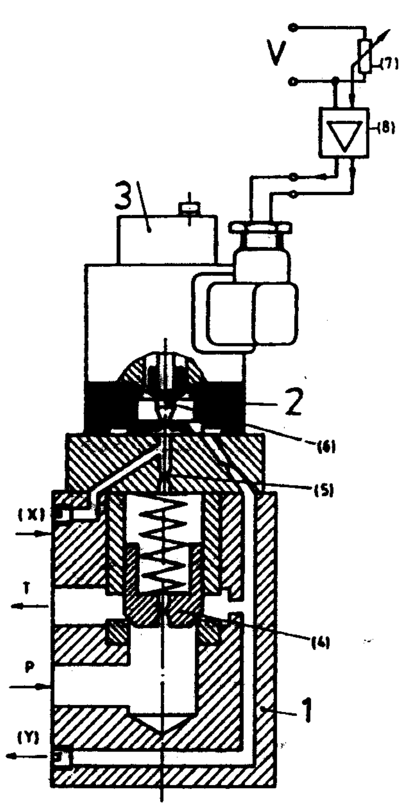
مخروط صمام التحكم 6

مقاومة متغيرة 7

مكبر إلكترونى 8

فكرة عمل هذا الصمام :

فى البداية يتم ضبط صمام تصريف الضغط التناسبى عند أى ضغط بواسطة المقاومة المتغيرة 7، فيقوم المكبر الإلكترونى 8 بتحويل جهد الأساس القادم من المقاومة المتغيرة 7 إلى تيار لتشغيل البوبينة، وهذا التيار يكون ثابتا عند أى جهد أساس وذلك لوجود نظام تغذية مرتدة داخلى يمنع تغير شدة تيار تشغيل البوبينة عند تغير مقاومة البوبينة نتيجة لتغير درجة الحرارة.



شكل (٢ – ١٠)

وعند الضغط الأقل من الضغط المعاير عليه الصمام والمتناسب مع شدة تيار تشغيل البوبينة يتسرب الزيت الداخل للصمام من الفتحة P عبر الفتحة الضيقة الموجودة في كباس الصمام الرئيسى 4، ويحاول هذا الزيت دفع مخروط التحكم 6، ولكنه يفشل وبالتالى يكون الكباس الرئيسى واقع تحت تأثير قوتين متزنتين الأولى لأسفل وهى ناشئة من قوة دفع الياى والقوة المتولدة من ضغط الزيت المتسرب، والثانية لأعلى وهى ناشئة من القوة المتولدة من ضغط زيت المصدر،وعندما يرتفع ضغط

زيت المصدر عن الضغط المعاير عليه الصمام يتمكن الزيت المتسرب من دفع مخروط التحكم لأعلى ليخرج من الفتحة Y وبالتالى تتغلب القوة الثانية المتجهة لأعلى على القوة الأولى المتجهة لأسفل ويتحرك كباس الصمام الرئيسى لأعلى ويمر الزيت فى المسار P → T علما بأنه يمكن التحكم في تشغيل الصمام من الفتحة x ، فعند توصيل الفتحة x مثلا بالخزان مباشرة هذا يعنى وجود مسار بديل لتسرب الزيت المتسرب بدلاً من خروجه من الفتحة Y وبالتالى يكون الصمام مفتوحا، كذلك يمكن تقليل الضغط المعاير عليه الصمام بواسطة توصيل الفتحة x بصمام تصريف ضغط آخرمعاير عند ضغط أقل.

وتصل دقة الصمامات التناسبية سابقةالتحكم إلى حوالى 93% أى أن الاختلاف بين إشارة الأساس وخرج الصمام لا يتجاوز 7% .

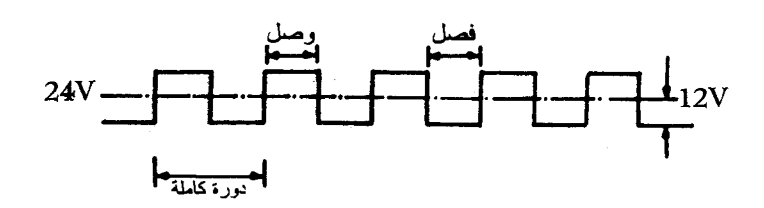
ملاحظة : عادة فإن معظم الصمامات التناسبية قصيرة المشوار لها بوبينة يتم التحكم فيها بالتيار **Current Controlled Solenoid**.

٢ / ٢ / ٣ - الصمامات التناسبية طويلة المشوار

Long Stroke Proportinonl Valves

تعد هذه الصمامات أكثر الصمامات التناسبية تطورا، ولكى نستطيع فهم طريقة عمل هذه الصمامات نجد أنه من الضرورى معرفة كيفية التحكم في جهد تشغيل بوبيناتها فمن الممكن زيادة القوة المغناطيسية المتولدة من الملف الكهربى بزيادة جهد الدخل له، فإذا افترضنا أننا عرضنا الملف الكهربى للبوبينة لضعف الجهد المقنن له هذا بالفعل سوف يزيد من القوة الناشئة، ولكن سرعان ما يحترق الملف ويمكن التغلب على ذلك باستخدام مبدأ **(Pulse width modulation) (PWM)**.

حيث يستخدم جهد بترددات عالية تتراوح ما بين **2:10 KHZ**، فإذاكان جهد المصدر يساوى **24V** وبتردد **10 KHZ**، وكانت فترة الوصل تساوى فترة الفصل، فإن القيمة المتوسطة للجهد ستساوى **12V** وهذا موضح بالشكل (٢ - ١١).



شكل (٢ – ١١)

وبتثبيت القيمة العظمى لجهد مساوية 24V وبتغيير فترة الوصل والفصل بنسب تتراوح ما بين (1:1-1:100) فإن القيمة المتوسطة للجهد سوف تتغير من : 1%) (100% من جهد التحكم المساوى 12V وكلما زادت قيمة جهد التحكم ازدادت قيمة القوة المغناطيسية للملف الكهربى والعكس بالعكس.

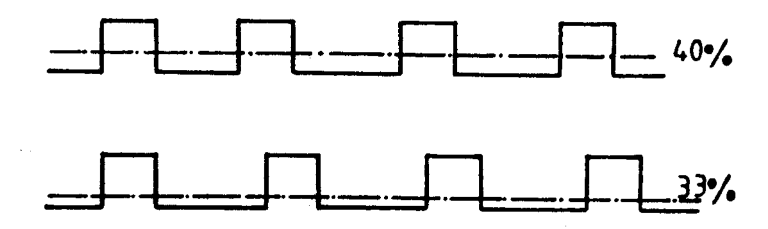
وهناك طريقتان للحصول على PWM وهما :

١ – وصل ثابت الزمن وفصل متغير الزمن (تردد متغير).

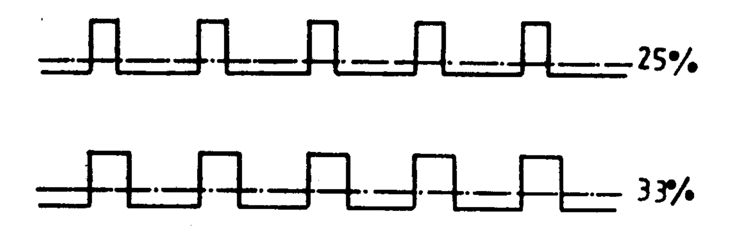
٢ – فصل متغير ووصل متغير للحصول على تردد ثابت (أى زمن ثابت للدورة الكاملة).

وفي الشكل (٢ – ١٢) شكل موجة بتردد متغير لها قيمة متوسطة , 33% 40% جهد التحكم 12V (أ) ، وأيضا شكل موجة بتردد ثابت لها قيمة متوسطة 20% , 10% جهد التحكم 12V (ب).

وعادة يستخدم محول تفاضلى خطى متغير LVDT مع هذه الصمامات، حيث يثبت القلب المغناطيسى للمحول مع العنصر المنزلق للصمام.



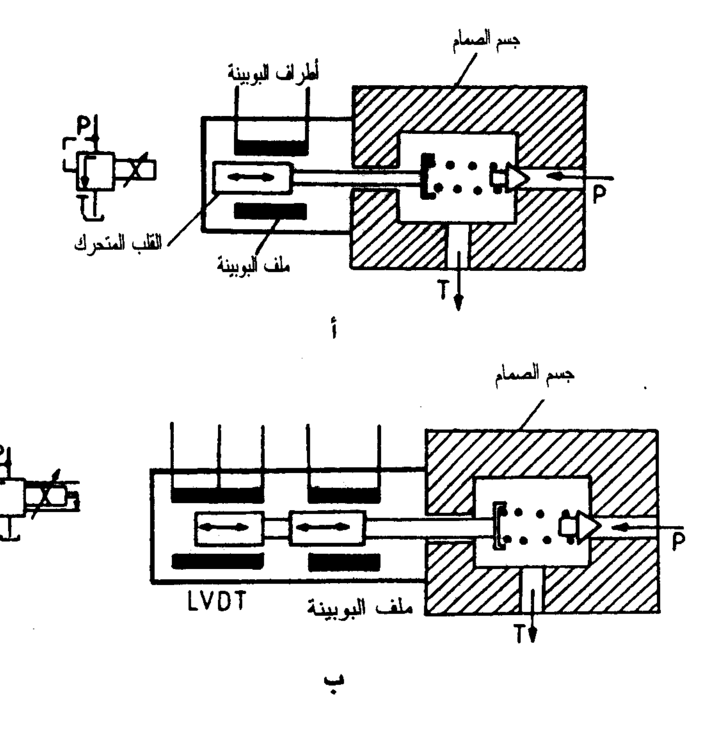
أ



ب

شكل (٢ – ١٢)

والشكل (٢ – ١٣) يعرض قطاعين مبسطين لصمامين تصريف ضغط مباشرين لهما مشوار طويل، أما الشكل (أ) فيعرض قطاعا في صمام تصريف ضغط تناسبى مباشر التشغيل مع رمز الصمام، أما الشكل (ب) فيعرض قطاعًا فى صمام تصريف ضغط تناسبى مباشر التشغيل مزودًا بمحول تفاضلى خطى متغير LVDT مع رمز الصمام.

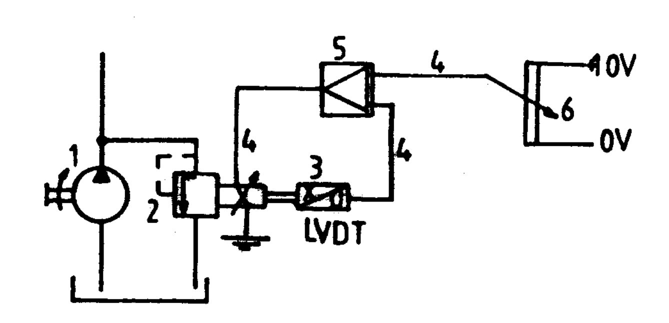


شكل (٢ – ١٣)

وفي الشكل (٢ – ١٤) دائرة إلكتروهيدروليكية بسيطة توضح كيفية التحكم في صمام تصريف ضغط تناسبى بمحول إشارة للتحكم في ضغط التشغيل للمضخة 1.

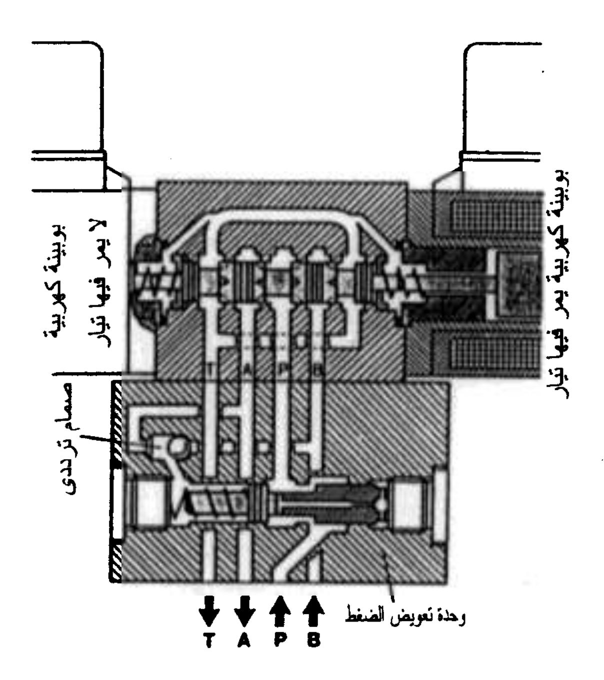
حيث إن :

مضخة هيدروليكية	1
صمام تصريف ضغط مباشر بمحول إشارة	2
محول تفاضلى خطى متغير.	3
خط كهربى	4
مكبر إلكترونى	5
جهد الأساس	6



شكل (٢ – ١٤)

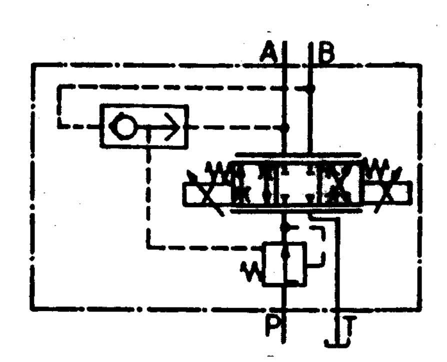
ويتضح من الشكل السابق أن المحول التفاضلى الخطى المتغير LVDT هو محول إزاحة لجهد X/U . ولقد أمكن التغلب على مشكلة الصمامات التناسبية الاتجاهية من تغيرتدفقها عند تغير ظروف تشغيلها، حيث تستخدم وحدة تعويض ضغط Pressure Compensator من أجل الوصول لتدفق ثابت مهما اختلفت ظروف التشغيل (درجة الحرارة – اللزوجة – الأحمال) ووحدة التعويض المستخدمة تكون على شكل قرص يوضع فى مدخل الصمام كما هو واضح من الشكل (٢ – ١٥).



شكل (٢ – ١٥)

حيث تقوم وحدة تعويض الضغط بتثبيت فرق الضغط بين ضغط مدخل ومخرج الصمام، فعند ارتفاع درجة الحرارة يقل الضغط عند المدخل فتغلق وحدة تعويض الضغط لرفع الضغط عند مدخل الصمام، وبالتالى يثبت فرق الضغط بين مدخل ومخرج الصمام، وأيضا عند زيادة الأحمال يزداد الضغط عند مدخل الصمام فتفتح وحدة تعويض الضغط لتثبيت فرق الضغط وبذلك يثبت تدفق الصمام.

وفيما يلى رمز وحدة تعويض الضغط الذى يوضح فكرة عمل هذه الوحدة:



وتصل دقة الصمامات التناسبية المباشرة (ذات المشوار الطويل) إلى حوالى 99% أى أن الاختلاف بين إشارة الأساس وخرج الصمام لا يتجاوز 1%.

ملاحظة: عادة فإن معظم الصمامات التناسبية طويلة المشوار لها بوبينة يتم التحكم فيها بالجهد (Voltage Controlled Solenoid).

وفيما يلى رموز الأنواع المختلفة للصمامات التناسبية طويلة المشوار، حيث إن:

الرمز 1 لصمام خنق تناسبى

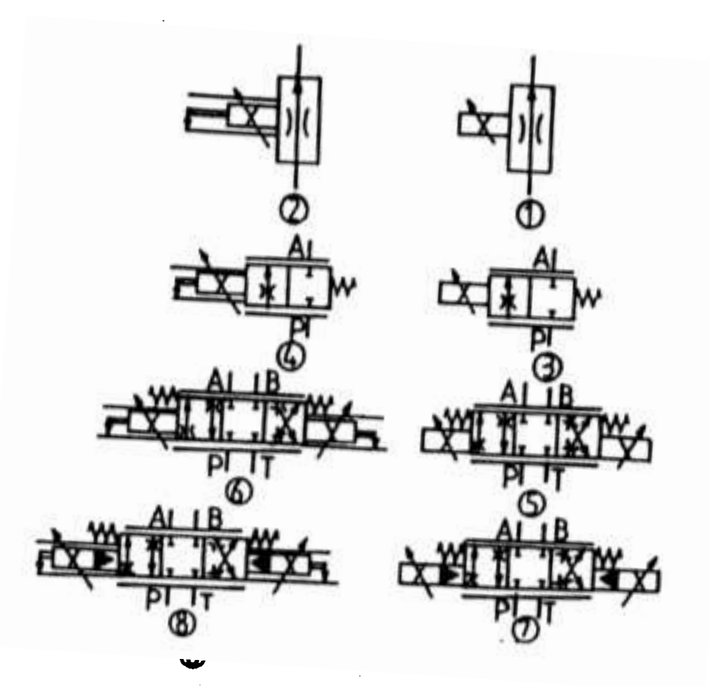
الرمز 2 لصمام خنق تناسبى بمحول إشارة LVDT

الرمز 3 لصمام اتجاهى تناسبى 2/2

الرمز 4 لصمام اتجاهى تناسبى 2/2 بمحول إشارة LVDT

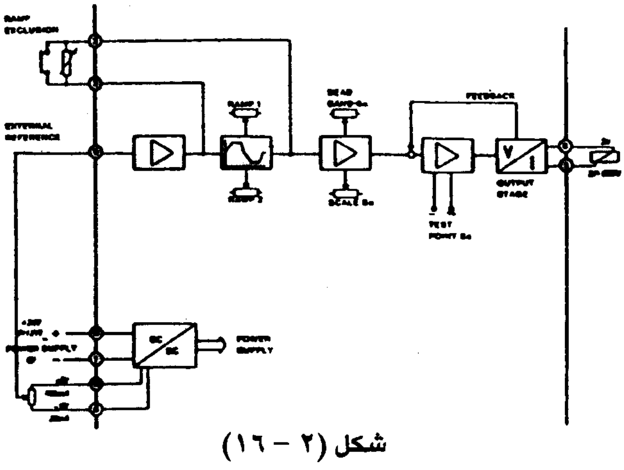
الرمز 5 لصمام اتجاهى تناسبى 4/3

الرمز 6 لصمام اتجاهى تناسبى 4/3 بمحول إشارة LVDT



٢ / ٢ / ٤ - المكبرات الإلكترونية :

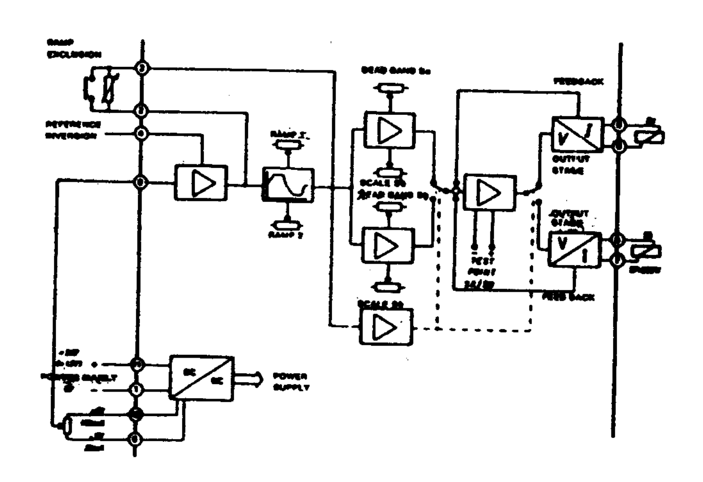
فى الشكل (٢ – ١٦) المخطط البلوكى لأحد المكبرات الإلكترونية المستخدمة فى التحكم فى الصمامات التناسبية المستخدمة فى النظم المفتوحة، حيث يقوم هذا المكبر بالتحكم فى تيار تشغيل صمام تناسبى بملف واحد وهو من إنتاج شركة ATOS .



شكل (٢ – ١٦)

وفى الشكل (٢ – ١٧) المخطط البلوكى لأحد المكبرات الإلكترونية المستخدمة فى التحكم فى الصمامات التناسبية المستخدمة فى النظم المفتوحة، حيث يقوم هذا

المكبر بالتحكم فى تيار صمام تناسبى اتجاهى بملفين وهو من إنتاج شركة ATOS .

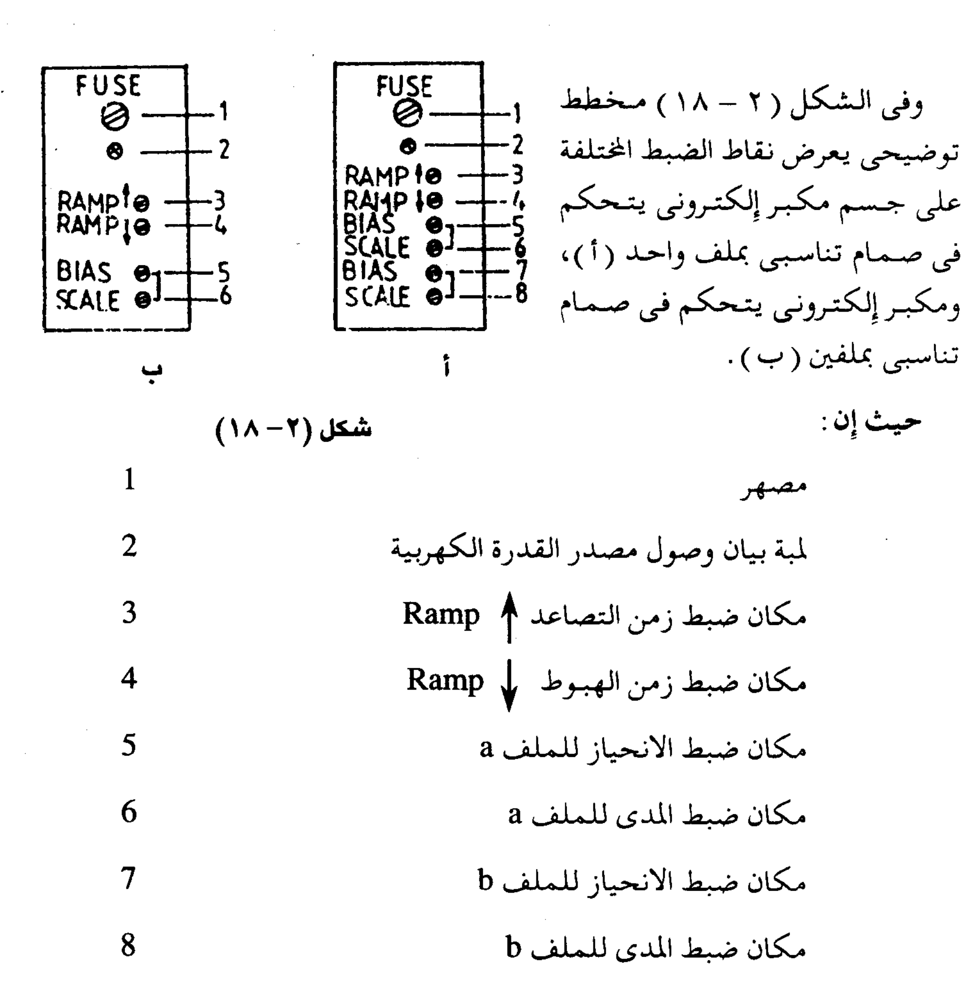


شكل (٢-١٧)

وفيما يلى بعض المواصفات الفنية لهذه المكبرات الإلكترونية :

المواصفة	مكبر يتحكم فى صمام بملف واحد	مكبر يتحكم فى صمام بملفين
المصدر الكهربى	12V DC او 24 VDC	12V DC او 24 VDC
مقاومة الدخل	≥ 10 KZ	≥ 10 KZ
تيار الانحياز	0: 70% Imax	0: 70% Imax
مدى درجة الحرارة	- 10: 50°C	- 10: 50°C
أقصى قدرة داخلة	35 W	50 W
مدى تغير جهد الأساس	0: + 10 V	+ 10 V: - 10 V

وفى الشكل (٢ - ١٨) مخطط توضيحى يعرض نقاط الضبط المختلفة على جسم مكبر إلكترونى يتحكم فى صمام تناسبى بملف واحد (أ)، ومكبر إلكترونى يتحكم فى صمام تناسبى بملفين (ب).



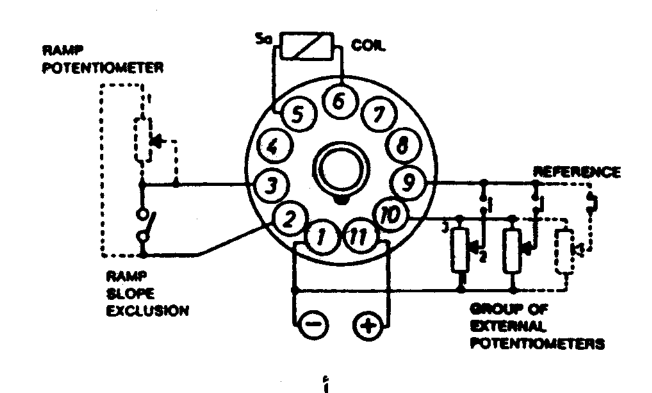
شكل (٢-١٨)

حيث إن :

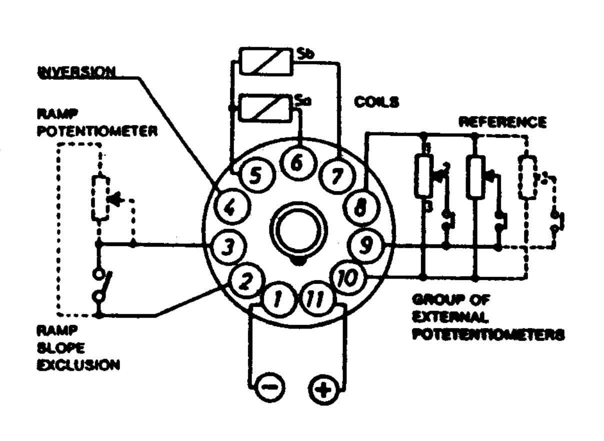
مصهر	1
لمبة بيان وصول مصدر القدرة الكهربية	2
مكان ضبط زمن التصاعد ↑ Ramp	3
مكان ضبط زمن الهبوط ↓ Ramp	4
مكان ضبط الانحياز للملف a	5
مكان ضبط المدى للملف a	6
مكان ضبط الانحياز للملف b	7
مكان ضبط المدى للملف b	8

وفى الشكل (٢ - ١٩) عرض للمخطط الكهربى لكل من المكبر الإلكترونى الذى يتحكم فى صمام تناسبى بملف واحد (أ)، والمكبر الإلكترونى الذى يتحكم فى صمام تناسب بملفين (ب) علماً بأن قيمة المقاومات المستخدمة للحصول على جهد أساس متغير تتراوح قيمتها عادة ما بين 2:10KΩ .

ويلاحظ أن جهد الأساس يوصل بالنقطة 9، فى حين أن المقاومات المتغيرة تواصل بين النقطتين 9,1 فى حالة المكبر الإلكترونى ذى الملف وبين النقطتين 8,9 فى حالة المكبر ذى الملفين ويتم التحكم فى زمن الصعود وزمن الهبوط Ramp ↑, Ramp ↓ بمقاومة متغيرة موصلة مع النقط 2,3 ويمكن إلغاء زمن الصعود والهبوط بعمل قطر بين النقطتين 2,3 . ويمكن الحصول على جهد الأساس من خلال مقاومات متغيرة كما فى هذا الشكل، أو من خلال مولد إشارات يتم توصيله بالنقطتين 1,9 .



أ



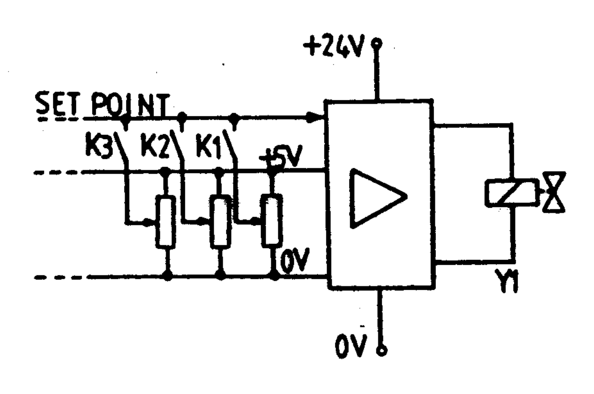
ب

شكل (٢ - ١٩)

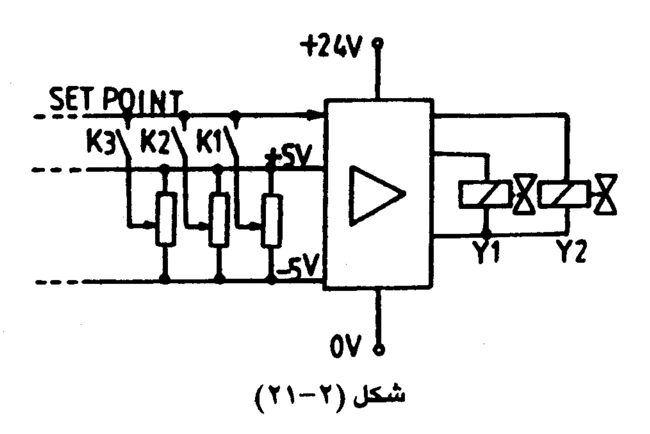
ملاحظات :

- النقاط (1:11) هى نقاط توصيل موجودة فى قاعدة المكبر الإلكترونى.
- هناك اختلاف بين الشركات المصنعة للدوائر الإلكترونية للصمامات التناسبية فى تكنولوجيا التصنيع، ويمكن معرفة طريقة استخدام هذه الدوائر من خلال تعليمات الشركات المصنعة.
- والشكل (٢-٢٠) يعرض رمز مكبر إلكترونى للتحكم فى صمام تناسبى بملف كهربى واحد، حيث يتم تغذيته بجهد كهربى مستمر 24V كمصدر قدرة، أما

جهد الأساس فيتراوح ما بين :0 +5V ويوصل مدخل المكبر الإلكترونى بثلاث مقاومات متغيرة الأولى موصلة بالريشة K1، والثانية موصلة بالريشة K2، والثالثة موصلة بالريشة K3 وذلك للحصول على ثلاثة جهود أساس مختلفة، فعندما تغلق الريشة K1 نحصل على جهد الأساس الأول، وعندما تغلق K2 نحصل على جهد الأساس الثانى. وهكذا والشكل (٢-٢١) يعرض رمز مكبر إلكترونى يتحكم فى صمام تناسبى بملفين كهربيين.



شكل (٢-٢٠)



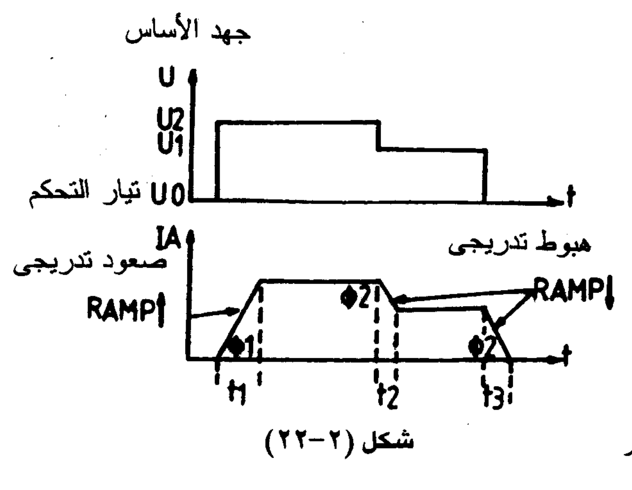
شكل (٢-٢١)

٢ / ٢ / ٥ - ضبط المكبر الإلكترونى:

١ - يتم ضبط تيار تشغيل بوبينة الصمام التى يتم التحكم فيها بالتيار من مسمار ضبط Scale، ويتم معرفة تيار تشغيل البوبينة الكامل من المواصفات الفنية للصمام.

٢ - يتم ضبط زاوية الصعود والنزول بواسطة مسمارى ضبط Ramp ↑, Pamp ↓ للحصول على تغير تدريجى للكمية المتحكم فيها والتى تتحكم فى البوبينة (تيار أو جهد) والشكل (٢ - ٢٢) يبين العلاقة بين جهد الأساس مع الزمن

وكذلك تيار التحكم فى بوبينة يتم التحكم فيها بالتيار عند زاوية صعود مقدارها $\Phi1$. وزاوية هبوط $\Phi2$. ويلاحظ أن زمن الصعود والنزول يتناسب عكسيًا مع قيمة الزاوية وطرديًا مع مقدار التغير فى جهد الأساس.



شكل (٢-٢٢)

ويمكن تعريف زمن الصعود بأنه الزمن اللازم لزيادة تيار التحكم، أو التحكم فى بوبينة الصمام التناسبى عند زيادة جهد الأساس وصولاً للقيمة المقابلة لجهد الأساس الجديد ويمكن تعريف زمن الهبوط بأنه الزمن اللازم لانخفاض تيار التحكم، أو جهد التحكم فى البوبينة التناسبية عند انخفاض جهد الأساس وصولاً للقيمة المقابلة لجهد الأساس الجديد.

٣ - فى حالة المكبر الإلكترونى الذى يتحكم فى الصمام التناسبى ذى الملفين فإنه إذا كان جهد الأساس يتراوح ما بين (0: +5V) يعمل الملف Y1، وإذا كان جهد الأساس يتراوح ما بين (0: -5V) يعمل الملف Y2.

٢ / ٣ - الصمامات المؤازرة Servo Valves:

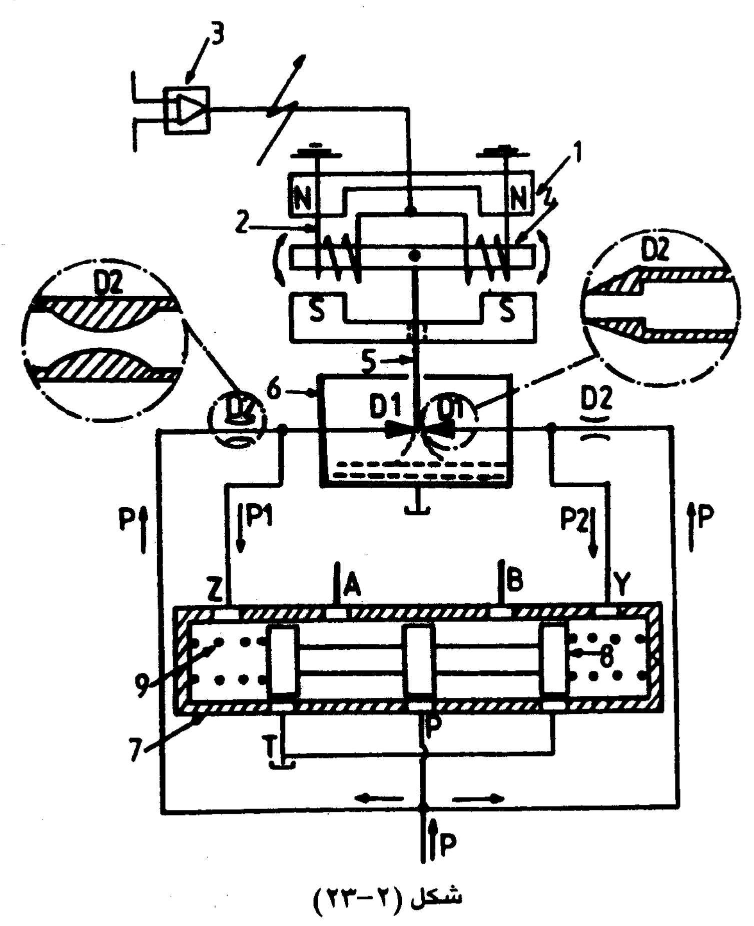
ظهرت الصمامات المؤازرة فى نظم التحكم الهيدروليكية منذ 50 عامًا أى قبل الصمامات التناسبية. ولفظ مؤازرة يعنى تعضيد وتقوية، ويستخدم هذا اللفظ فى نظم التحكم مثال ذلك: التوجيه المؤازر للسيارة فيمكن التحكم فى عجلة القيادة للسيارة بقوة صغيرة من خلال يد السائق، وينتج عن ذلك قوة كبيرة تؤثر على العجلات الأمامية للسيارة وتعمل على دورانها.

وأكثر الصمامات المؤازرة المعروفة هى صمامات اتجاهية منزلقة، ويعمل العنصر المنزلق لهذه الصمامات تحت تأثير الضغوط الهيدروليكية المتولدة بواسطة محرك العزم Torque motor.

ومبدأ عمل الصمامات المؤازرة هو تكبير إشارة كهربية صغيرة مؤثرة على الصمام. للحصول على ضغوط ومعدلات تدفق كبيرة تتناسب مع الإشارة الكهربية. ونحب أن نوجه القارئ إلى أن الصمامات المؤازرة الانزلاقية ليست هي فقط المتاحة، ولكن هناك صمامات مؤازرة دوارة، إلا أننا سوف نتناول الصمامات المؤازرة المنزلقة لأنها هي الأكثر انتشاراً فى الصناعة، وتستخدم الصمامات المؤازرة عادة فى نظم التحكم الإلكتروهيدروليكية المغلقة مثل: التحكم الدقيق فى السرعة أو التحكم الدقيق فى الموضع.

٢ / ٣ / ١ - تركيب الصمامات المؤازرة المنزلقة ونظرية عملها:

الشكل (٢-٢٣) يبين مخططًا توضيحيًا مبسطًا لصمام مؤازر منزلق بمرحلتين وهما: مرحلة توليد فرق الضغط، ومرحلة تكبير فرق الضغط (المكبر الهيدروليكى).



شكل (٢-٢٣)

ويتكون الصمام المؤازر ذو المرحلتين من:

- محرك العزم.
- غرفة توليد فرق ضغط التشغيل ΔP.
- صمام التحكم المرحلة الأولى (مرحلة توليد فرق الضغط): **وتتكون من:**

أ - **محرك العزم:** ويتكون محرك العزم من مغناطيس دائم 1 Permanent Magnet، وملفين كهربيين 2 Electric Coils يتم تغذيتهما من وحدة تكبير إلكترونية 3 Electronic Amplifier بتيار التحكم والعضو الدوار لهذا المحرك هو قلب مغناطيسى دوار 4 مثبت فيه لسان 5 Reed، ويوضع القلب المغناطيسى واللسان داخل ماسورة مرنة تعمل كياى إرجاع وتمنع تسرب الزيت الهيدروليكى للملفات الكهربية 2. وعند مرور تيار كهربى فى الملفات الكهربية لمحرك العزم يتولد عزم إدارة للقلب المغناطيسى الدوار 4، ويعتمد اتجاه دوران القلب المغناطيسى على قطبية التيار المار فى ملفات التحكم، أما قيمة العزم وزاوية الدوران فتعتمد على شدة تيار التحكم. وبمجرد انقطاع تيار التحكم تقوم الماسورة المرنة بإعادة القلب المغناطيسى 4 واللسان 5 للوضع الابتدائى.

ب - **غرفة توليد فرق ضغط تشغيل المنزلق:** يمر الزيت المضغوط القادم من المضخة عبر ماسورتين كل منهما تحتوى على خانق D2 وفونية D1، ويوضع لسان محرك العزم 5 فى الوضع المركزى بين الفونيتين D1، ويتجمع الزيت المتدفق عبر الخوانق D2 والفوانى D1 داخل غرفة مغلقة 6، لمنع انتقال الزيت للملفات الكهربية 2، ويسمح للزيت المتجمع فى الغرفة المغلقة، بالعودة للخزان ونتيجة لوجود اللسان بين الفونيتين D1 يرتد ضغط عكسى، هذا الضغط يزداد كلما قلت المسافة بين الفونية واللسان، وفى الوضع المركزى للسان يكون

$$P_1 = P_2 = \frac{P}{2}$$

حيث إن P_1 هو الضغط المرتد من الماسورة اليسرى، P_2 هو الضغط المرتد من الماسورة اليمنى P هو ضغط مصدر الضغط والقادم من المضخة.

وفى الوضع المركزى يكون فرق الضغط $\Delta P = P_1 - P_2$ مساوياً الصفر لتساوى الضغط المرتد P_1 والضغط المرتد P_2. أما عند مرور تيار فى ملفات التحكم 2 فإن القلب المغناطيسى الدوار 4 سيدور جهة عقارب الساعة أو عكسها معتمداً على

قطبى تيار التحكم، فإذا تحرك جهة عقارب الساعة فإن اللسان 5 سيتحرك تباعًا جهة عقارب الساعة، وبالتالى يقترب من الفونية D_1 للماسورة اليسرى ويبتعد عن الفونية D_1 للماسورة اليمنى، وتباعًا يصبح $P_1 > P_2$ أى أن فرق الضغط ΔP سيكون أكبر من الصفر.

المرحلة الثانية: (المكبر الهيدروليكى):

وتتكون هذه المرحلة من صمام تحكم 7 يحتوى على عنصر منزلق 8 ويايات إعادة للوضع المركزى للصمام 9.

فعند مرور تيار فى ملفات التحكم 2، فإن القلب المغناطيسى الدوار 4 سيدور جهة عقارب الساعة أو عكسها، فإذا تحرك جهة عقارب الساعة فإن $P1 > P2$، وبالتالى فإن العنصر المنزلق 8 سيتحرك جهة اليمين فيفتح المسارين $B \rightarrow T, P \rightarrow A$ ويكون معدل التدفق لصمام التحكم 7 متناسبًا مع فرق الضغط ΔP، وهذا بالطبع يعتمد على شدة تيار التحكم.

وفى الشكل (٢ - ٢٤) صمام مؤازر منزلق بثلاث مراحل وهى:

١ - مرحلة توليد فرق الضغط.

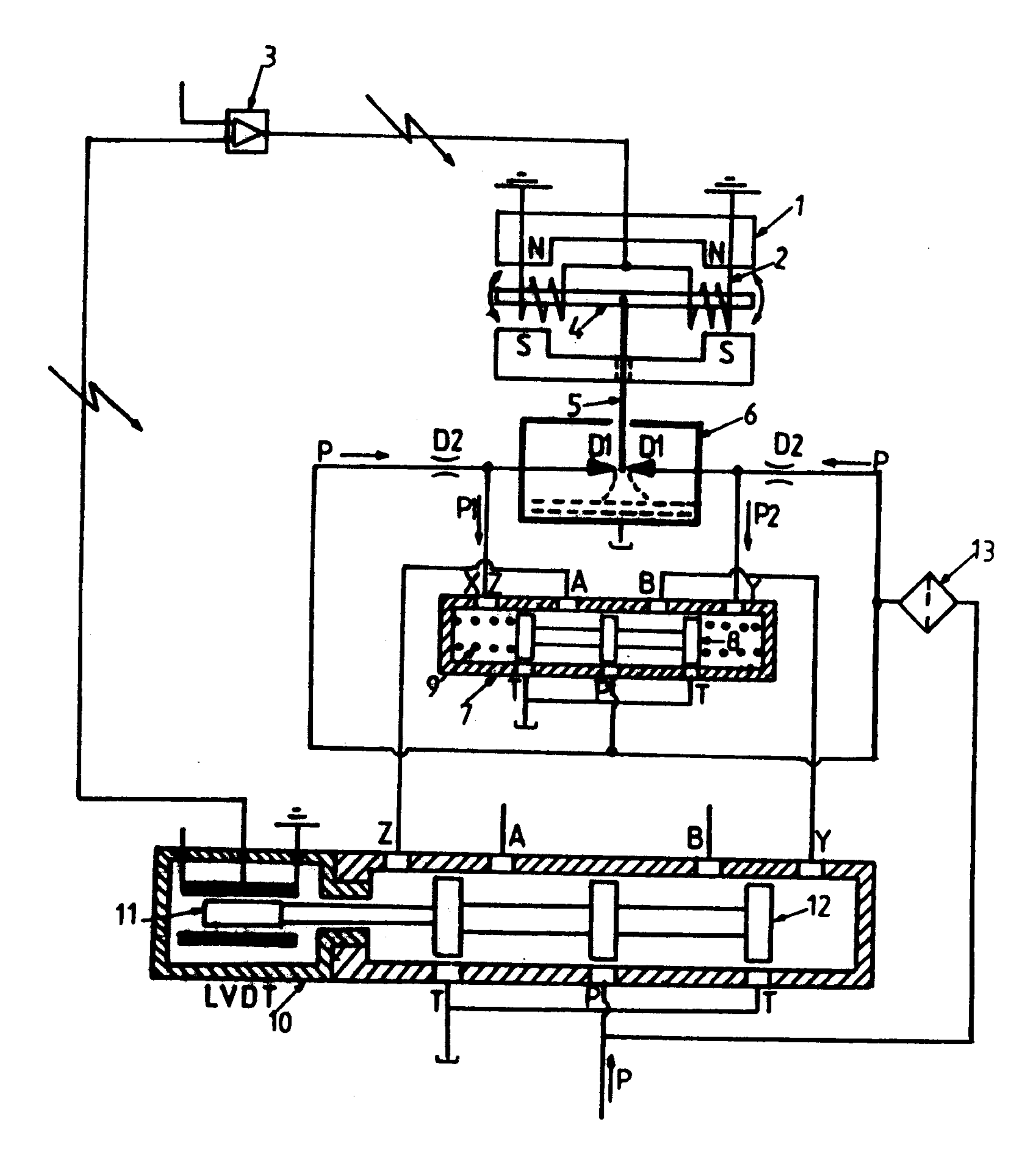
٢ - مرحلة تكبير فرق الضغط (المكبر الهيدروليكى).

٣ - الصمام الرئيسى.

وهذا الصمام مزود بمحول تفاضلى خطى متغير LVDT (انظر الفقرة ٣-٣-٥) بحيث إن القلب المغناطيسى المتحرك للمحول التفاضلى 11 مثبت مع العنصر المنزلق للصمام الرئيسى 12، ويقوم المحول التفاضلى الخطى المتغير LVDT بتحويل إزاحة العنصر المنزلق للصمام الرئيسى 12 إلى جهد يعتمد قيمته وإشارته على مقدار واتجاه الإزاحة (علمًا بأن المحول التفاضلى الخطى المتغير يحتوى بداخله على دائرة إلكترونية) ويتم مقارنة خرج المحول بجهد الأساس بواسطة المكبر الإلكترونى 3 كما فى الصمامات التناسبية، ويقوم المكبر الهيدروليكى فى هذا الصمام بالتحكم فى الصمام الرئيسى (المرحلة الثالثة) علمًا بأن هذا الصمام يستخدم للتحكم فى معدلات التدفق العالية.

ملاحظة :

يصل معدل الترشيح للمرشح 13 إلى حوالى 5µm لتجنب استقرار اللسان 5 فى أحد الجانبين (يميناً أو يساراً) عند وجود شوائب فى الزيت .



شكل (٢ - ٢٤)

وبصفة عامة فإن الصمامات المؤازرة تتميز بالدقة المتناهية النظير، لذلك فهى تستخدم عادة فى الاستخدامات التى تتطلب دقة عالية جداً تفشل الصمامات المتناسبة فى الوصول إليها.

أما عيوب الصمامات المؤازرة فيمكن تلخيصها فيما يلى:

١ – يؤدى وجود الخوانق والفوانى فى الصمامات المؤازرة إلى حدوث انخفاض فى الضغط يصل إلى 70 bar وهذا الانخفاض فى الضغط يؤدى إلى ارتفاع درجة حرارة الزيت ولذلك يلزم رفع ضغط المصدر لتعويض هذا الانخفاض.

٢ – حركة العنصر المنزلق لصمام التحكم تكون صغيرة جداً، لذلك فإن التدفق القليل لزيت المصدر فى صمام التحكم 7 يؤدى لزيادة سرعة الزيت داخل صمام التحكم ويؤدى ذلك لحدوث تآكل للعنصر المنزلق ويقلل من عمره.

٣ – صغر المسافة بين اللسان والفوانى D_1 والتى تصل إلى 0.7 :0.6 وصغر القطر الداخلى للفوانى D_1 والتى تصل إلى 0.25 µm يساعد على استقرار اللسان فى أحد الجانبين (يميناً أو يساراً) عند وجود أى شوائب فى الزيت مما يؤدى لحدوث خلل فى أداء الصمام المؤازر، لذلك يجب أن يصل معدل الترشيح للزيت الهيدروليكى إلى أقل من 5µm وهذا بالطبع مكلف جداً.

٤ – مرتفعة السعر مقارنة بالصمامات التناسبية فيصل سعرها لأكثر من الضعف.

وفيما يلى أهم أسباب اختلال أداء الصمامات المؤازرة:

١ – استقرار اللسان فى أحد الجانبين نتيجة لوجود شوائب فى الزيت.

٢ – انقطاع كابل التغذية المرتدة.

٣ – عدم تأريض الشبكة المعدنية لكابلات الصمامات المؤازرة، فهى عادة تكون كابلات مغطاة بشبكة معدنية.

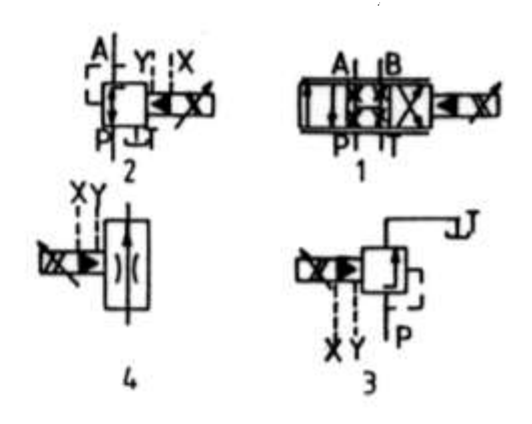
وفيما يلى رموز الصمامات المؤازرة وهى كما يلى:

الرمز 1 لصمام مؤازر اتجاهى 4/3.

الرمز 2 لصمام تنظيم ضغط مؤازر.

الرمز 3 لصمام تصريف ضغط مؤازر.

الرمز 4 لصمام تنظيم تدفق مزدوج بتعويض ضغط مؤازر.



ملاحظة:

اتجهت الشركات المصنعة للصمامات المؤازرة أخيراً لتخصيص مضخة هيدروليكية صغيرة الحجم، ومزودة بمرشحات دقيقة جداً، وذلك لتغذية غرفة توليد فرق الضغط للصمامات المؤازرة من أجل تقليل التكلفة التى تنشأ من إعداد كل الزيت المستخدم فى الصمامات المؤازرة، بمعدل ترشيح يصل إلى 5µm، لعدم الحاجة لهذا المعدل فى زيت صمام التحكم والصمام الرئيسى.

الباب الثالث

عناصر التحكم الكهربى

عناصر التحكم الكهربى

٣ / ١ – مقدمة:

لكى نتمكن من دراسة نظم التحكم الكهروهيدروليكية سواء كانت تقليدية أو حديثة يجب أولاً أن نتعرف على مكونات نظام التحكم الكهربى.

أ – عناصر التشغيل: مثل المحركات الكهربية بأنواعها المختلفة.

ب – أجهزة التحكم الكهربية والتى تنقسم إلى:

١ – أجهزة نقل البيانات مثل: مفاتيح نهاية المشوار – مفاتيح الضغط – المفاتيح التقاربية – الخلايا الضوئية – مفاتيح درجة الحرارة – أجهزة الوقاية.... إلخ.

٢ – أجهزة معالجة البيانات وهى إما أن تكون تقليدية مثل: الريلهات الكهرومغناطيسية والمؤقتات الزمنية بأنواعها المختلفة، وكذلك العدادات الكهروميكانيكية، أو حديثة مثل أجهزة التحكم المبرمج.

٣ – أجهزة التحكم فى القدرة مثل: الكونتاكتورات.

٤ – أجهزة مخاطبة نظام التحكم مثل: الضواغط والمفاتيح اليدوية ولمبات البيان وأبواق الإنذار الصوتية.

وسوف نتناول هذه الأجهزة فى الفقرات القادمة.

٣ / ٢ – عناصر التشغيل الكهربية:

وهذه العناصر هى المسئولة عن تشغيل أى معدة وأهم عناصر التشغيل المحركات الكهربية فالمحركات الكهربية تستخدم لإدارة المضخة الهيدروليكية للحصول على زيت مضغوط، لذلك سنتناول المحركات الكهربية فى هذه الفقرة بطريقة موجزة ومبسطة، **وتنقسم المحركات الكهربية حسب تيار التشغيل إلى:**

محركات تيار مستمر – محركات تيار متغير.

وسوف نتناول محركات التيار المتغير خصوصًا المحركات الاستنتاجية ذات القفص السنجابى لما لها من انتشار عظيم فى الصناعة.

وتتواجد المحركات الاستنتاجية ذات القفص السنجابى فى عدة صور أهمها:

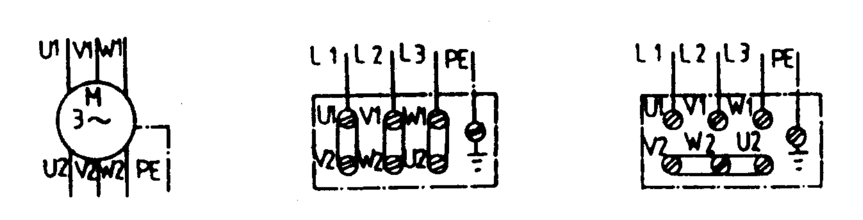
المحركات الاستنتاجية نجما دلتا Y/Δ، حيث يتم توصيل الملفات الثلاثة لهذه المحركات على شكل دلتا (Δ) للعمل على جهد U، أو نجما (Y) للعمل على جهد $\sqrt{3}\,U$، فإذا كان جهد تشغيل المحرك عند توصيله 220VΔ فإن جهد تشغيل المحرك عند توصيله Y هو 380V.

وتحتوى هذه المحركات على ست نقاط توصيل رموزها كما يلى:

(U2, V2, W2) - (V1, V1, W1)

حيث إن الملف الأول أطرافه U1, U2 والملف الثانى أطرافه V1, V2 والملف الثالث أطرافه W1, W2.

والشكل (٣ - ١) يعرض طريقة توصيل روزتة المحرك (صندوق أطراف المحرك) إما نجمة Y مع المصدر الكهربى (الشكل أ) أو دلتا مع المصدر الكهربى (الشكل ب) والرمز العالمى لمحرك نجما - دلتا (الشكل جـ).



شكل (٣ - ١)

حيث إن L1, L2, L3 هى الأوجه الثلاثة لمصدر كهربى ثلاثى الأوجه، **PE** هو خط الأرضى للمصدر الكهربى، علمًا بأن المحركات الكهربية عادة تكون مزودة بنقطة توصيل إضافية لخط الأرضى، وتوصل هذه النقطة بخط الأرض للمصدر الكهربى لمنع حدوث صعقة كهربية للأشخاص عند ملامسة جسم المحرك وذلك عند انهيار عزل المحرك.

ملاحظة: لمعرفة المزيد عن المحركات الكهربية استعن بالجزء الأول من سلسلة التحكم العملية (دوائر التحكم فى الآلات الكهربية والأنظمة الأتوماتيكية).

٣ / ٣ - أجهزة نقل البيانات Data acquistion devices :

وهذه الأجهزة بمثابة الحواس الخمسة لنظام التحكم، حيث تقوم هذه الأجهزة بإعطاء معلومات عن ظروف تشغيل الماكينة، أو العملية الصناعية مثل: إعطاء معلومات عن درجة الحرارة والضغط ومنسوب السوائل فى الخزانات - إلخ وسوف نتناول أهم أجهزة نقل البيانات فى الفقرات القادمة.

٣ / ٣ / ١ - مفاتيح نهاية المشوار الميكانيكية Limit Switches :

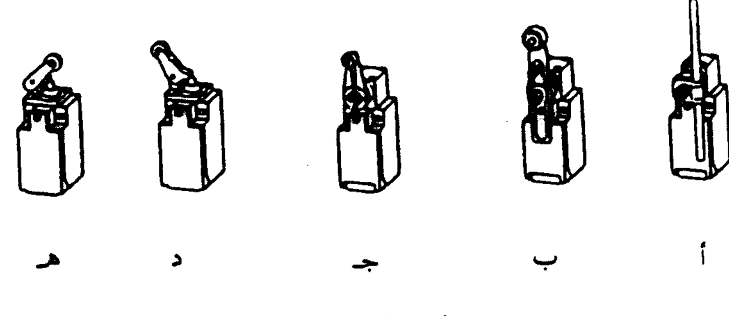
وتستخدم هذه المفاتيح فى التحكم فى الأجسام المتحركة، أو الحركة المكررة، ويعمل نهاية المشوار الميكانيكى نتيجة ضغط عنصر الفعل له، فتتحول ريشة تلامسه المفتوحة طبيعيًا NO إلى مغلقة، والمغلقة طبيعيًا NC إلى مفتوحة، ويوجد عدة أشكال لرأس عنصر الفصل بالمفتاح مثل خابور من الصلب أو خابور وعجلة من الصلب، أو عجلة من البلاستيك أو الصلب لها حرية حركة فى اتجاه واحد أو الاتجاهين... إلخ، ويتم تثبيت كامات فى الأجسام المتحركة حتى تتمكن من الضغط على عنصر الفعل للمفتاح، والشكل (٣ - ٢) يعرض الأشكال المختلفة لنهايات مشوار ميكانيكية لها رءوس عناصر مختلفة.

فالشكل (أ) لمفتاح نهاية مشوار بذراع تدفع باليد فى أى اتجاه، والشكل (ب) لمفتاح نهاية مشوار بعجلة يمكن رفعها وخفضها وتدفع بكامة تتحرك يمينًا ويسارًا.

والشكل (جـ) لمفتاح نهاية مشوار بعجلة تدفع بكامة، تتحرك يمينًا ويسارًا.

والشكل (د) لمفتاح نهاية مشوار بعجلة تدفع بكامة تتحرك لأعلى أو أسفل.

والشكل (هـ) لمفتاح نهاية مشوار بكامة تدفع بكامة تتحرك يمينًا.



شكل (٣ - ٢)

وفيما يلي رموز مفاتيح نهاية المشوار فالرمز 1 لمفتاح نهاية مشوار بريشة قلاب CO والرمز 2 لمفتاح نهاية مشوار بريشتين NO + NC.

٣ / ٣ / ٢ - مفاتيح الضغط Pressure Switches:

صممت هذه المفاتيح لتنظيم ومراقبة الضغط فى الدوائر الهيدروليكية، وتحتوى هذه المفاتيح فى العادة على ريشة قلاب أو أكثر، حيث تعمل على عكس حالة ريشة تلامسها عند وصول الضغط فى الدائرة الهيدروليكية للضغط الأقصى Max. Pressure المعاير عليه المفتاح، وتعود ريش التلامس لوضعها الطبيعى بعد انخفاض الضغط بالقيمة الفرقية للمفتاح Differential. **وهناك نوعان من مفاتيح الضغط تبعًا لطريقة معايرتها:**

الأول: يعاير عند القيمة العظمى للضغط المطلوب، أما القيمة الفرقية فهى ثابتة ولا يمكن تغيرها وتعتمد على تصميم المفتاح.

الثانى: مزود بمكانين للمعايرة **أحدهما** لمعايرة الضغط الأقصى **والثانى** لمعايرة الضغط الفرقى المطلوب.

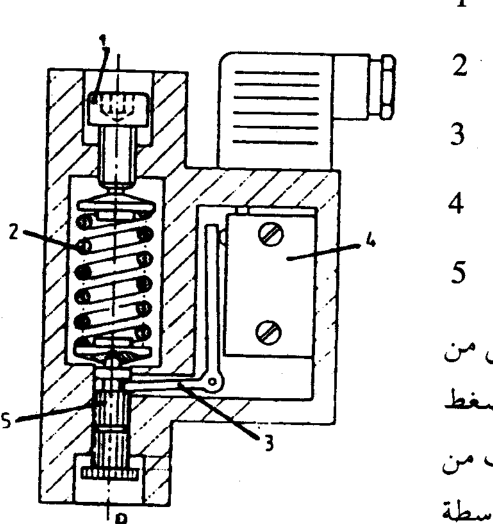
وهناك عدة أنواع من مفاتيح الضغط تبعًا لنظرية عملها نذكر منها:

مفتاح الضغط ذو المكبس، ومفتاح الضغط المزود بأنبوبة بوردون ومفتاح الضغط الإلكتروهيدروليكى.

والشكل (٣ – ٣) يوضح تركيب مفتاح الضغط الإلكتروهيدروليكى.

حيث إن:

مسمار الضبط والمعايرة	1
ياى انضغاطى	2
رافعة	3
ميكروسويتش microswitch	4
مكبس	5



فعند دخول الزيت الهيدروليكى من الفتحة P ووصول ضغط الزيت للضغط المعاير عليه المفتاح يتمكن الزيت من دفع المكبس 5، فتنتقل الحركة بواسطة الرافعة 3 إلى الميكروسويتش 4 ليعكس ريشه.

شكل (٣ – ٣)

وفيما يلى رموز مفاتيح الضغط فالرمز 1 لمفتاح ضغط بثلاثة أقطاب الرمز 2 لمفتاح ضغط بريشتين NO + NC والرمز 3 لمفتاح ضغط بريشة قلاب CO.

٣ / ٣ / ٣ - المفاتيح التقاربية Ploximity Switches :

تقوم المفاتيح التقاربية بعكس حالة ريش تلامسها عند تقارب الأجسام منها، وتصل مساحة إحساسها ما بين 0 : 40 mm، ولكل مفتاح تقاربى مسافة إحساس تعتمد على تصميمه، **وتنقسم هذه المفاتيح إلى ثلاثة أنواع تبعًا لنظرية عملها وهى :**

النوع الأول : تبنى عملها على توليد مجال مغناطيسى يتغير عند اقتراب جسم معدنى منها، ومن ثم ينعكس حالة ريشة تلامسها فتصبح الريشة المفتوحة طبيعيًا NO مغلقة، والمغلقة طبيعيًا NC مفتوحة لذلك تسمى بمفاتيح تقاربية حثية.

النوع الثانى : تبنى عملها على توليد مجال كهربى يتغير عند اقتراب جسم عازل كهربيًا منها، ومن ثم ينعكس حالة ريشة تلامسها فتصبح الريشة المفتوحة طبيعيًا NO مغلقة، والعكس بالعكس لذلك تسمى بمفاتيح تقاربية سعوية.

النوع الثالث : ينعكس حالة ريشة تلامسها عند مرور مغناطيس دائم بجوارها، ويستخدم هذا النوع عادة فى تتبع حركة أسطوانية، والتى يثبت بمكبسها مغناطيس دائم، وتسمى هذه المفاتيح بالمفاتيح التقاربية المغناطيسية.

وعادة تستخدم المفاتيح التقاربية الحثية Inductive Proximity Switches للإحساس بتقارب الأجسام المعدنية.

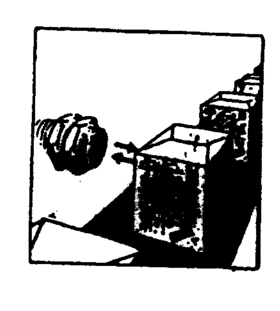
أما المفاتيح التقاربية السعوية Capacitive Proximity Switches فتستخدم للإحساس بتقارب الأجسام العازلة كهربيًا. أما المفاتيح التقاربية المغناطيسية Magnetic Proximity Switches فتستخدم للإحساس بمواضع الأسطوانات المزودة بمغناطيس دائم مثبت بمكبسها.

والشكل (٣ - ٤) يعرض صورة لمفتاح حثى يستخدم فى دائرة لعد البراميل

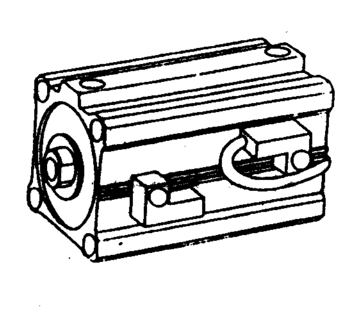
المصنعة من الحديد (أ)، وصورة لمفتاح سعوى يستخدم فى دائرة لعد صناديق الكرتون (ب)، وصورة لأسطوانة مثبت عليها مفتاحين تقاربيين مغناطيسنيين لتحديد مكان مكبس الأسطوانة (جـ).



أ



ب



جـ

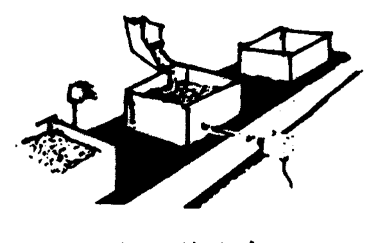
شكل (٣ - ٤)

وفيما يلى الرموز العالمية للمفاتيح التقاربية بأنواعها المختلفة :

فالرمز 1 لمفتاح سعوى بريشة مفتوحة، والرمز 2 لمفتاح حثى بريشة مفتوحة، والرمز 3 لمفتاح مغناطيسى بريشة مفتوحة.

٣ / ٣ / ٤ - الخلايا الضوئية **Photo - Electric detectors**:

تتميز الخلايا الضوئية عن المفاتيح التقاربية بمدى التشغيل الكبير الذى يتراوح ما بين عدة مليمترات إلى عدة مترات، كما أنها لا تعمل مع أى نوع من الأجسام سواء كانت عازلة كهربيًا أو موصلة كهربيًا، وتقوم الخلايا الضوئية بعكس حالة ريشة تلامسها عند قطع جسم غريب للشعاع الضوئى لها، والشكل (٣ - ٥) يعرض صورة لوحدة ملء صناديق بالدقيق تستخدم خلية ضوئية للتحكم فى عملية الملء.



شكل (٣ – ٥)

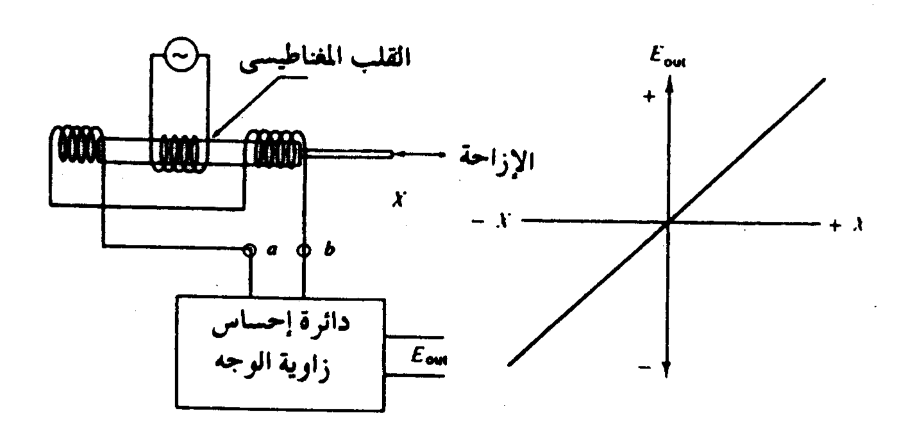
وفيما يلى رمز الخلية الضوئية (غير قياسى):

A1 13 11
A2 14 12

٣ / ٣ / ٥ – المحول التفاضلى المتغير الخطى LVDT :

يستخدم المحول التفاضلى المتغير الخطى في قياس الإزاحة الخطية حيث يقوم بتحويل الإزاحة الخطية لجهد كهربى يتناسب طرديًا مع الإزاحة، والشكل (٣ – ٦) يعرض مخططًا توضيحيًا لمحول LVDT، وكذلك العلاقة بين دخل وخرج المحول ويتكون المحول LVDT من ملف ابتدائى موصل على مصدر تيار متغير وموضوع بين ملفين ثانويين، ويوصل الملفان الثانويان معًا بحيث إن جهد أحدهما يعاكس جهد الآخر. فعندما يكون القلب المغناطيسى لهذا المحول فى وضع مركزى بين الملفين الثانويين، فإن خرج الملفات الثانوية ستكون صفرًا Vab = 0، ولكن عند عمل إزاحة للقلب المغناطيسى لهذا المحول، فإن القيمة الفعالة لجهد الملف الثانوى يتناسب طرديا مع الإزاحة، وزاوية وجه هذا الجهد تعتمد على اتجاه الإزاحة فتكون مساوية °0 عندما تكون الإزاحة موجبة وتكون مساوية °180 عندما تكون الإزاحة سالبة، ويسمح لهذا الجهد المتغير بالدخول على دائرة إحساس زاوية الوجه Phase sensitive detector، وهى دائرة إلكترونية وتقوم بتحويل هذا الجهد لجهد مستمر قيمته تتناسب طرديًا مع الإزاحة، وإشارته تعتمد على اتجاه الإزاحة فتكون موجبة للإزاحة الموجبة وسالبة للإزاحة السالبة فإذا كان خرج دائرة إحساس زاوية الوجه 10V – وكان نسبة التحول 1mm/V وهذا يعنى أن مقدار الإزاحة

الخطية تساوى (X = 10 x 1 = 10 mm) وفى الاتجاه السالب . وهناك تصميمات مختلفة لمحولات LVDT بعضها يشبه المحول الذاتى أى بثلاثة أطراف فقط .

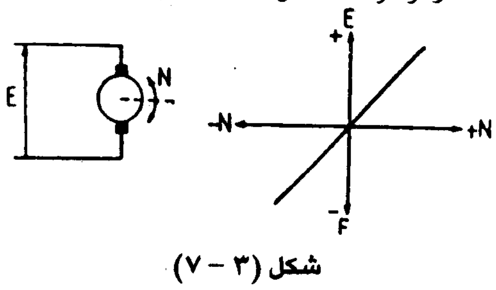


شكل (٣ – ٦)

٣ / ٣ / ٦ – مولد التاكو Tachometer generator :

مولد التاكو عادة يكون مولد تيار مستمر، ويستخدم لقياس السرعة الزاوية ويثبت هذا المولد على الأعمدة المطلوب قياس سرعتها، وخرج مولد التاكو خطى بمعنى أن جهد أطرافه يتناسب طرديا مع السرعة وإشارة هذا الجهد تعتمد اتجاه الدوران فتكون موجبة عندما يكون الدوران فى اتجاه عقارب الساعة وسالبة عندما يكون الدوران عكس اتجاه عقارب الساعة فإذا كانت نسبة التحويل لمولد التاكو 300 rpm/ V، وكان خرجه +5V يعنى هذا أن سرعة العمود هى N = 5 x 300 = 1500 rpm، واتجاه الدوران فى اتجاه عقارب الساعة .

وفى الشكل (٣ – ٧) منحنى بيانى يوضح العلاقة بين جهد أطراف مولد التاكو وسرعة دورانه، وكذلك رمز مولد التاكو .

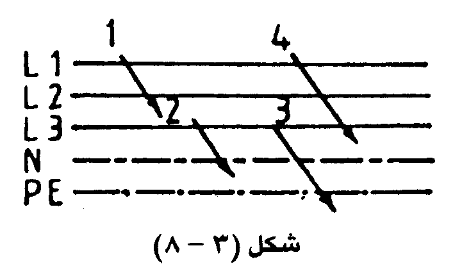


شكل (٣ – ٧)

٣ / ٣ / ٧ - أجهزة الوقاية Protection Devices :

يوجد أنواع مختلفة من أجهزة الوقاية والمستخدمة لحماية الدوائر الكهربية منها :

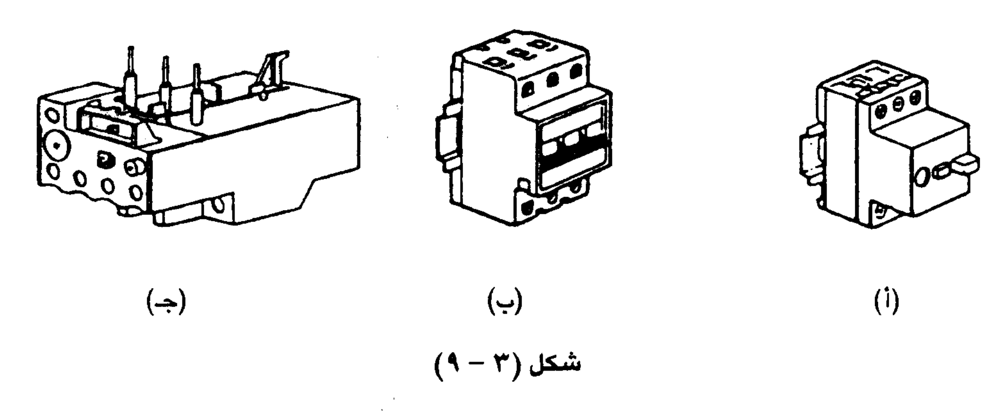
أ - **القصر** : وهو اتصال أوجه المصدر الكهربائى معًا، أو اتصال أحد الأوجه أو أكثر من وجه مع الأرضى PE أو مع خط التعادل N، ويزداد التيار المار فى الدائرة لحظة القصر ليصل عدة مرات من قيمته الأصلية، ويعتمد ذلك على جهد التشغيل ومكان القصر ومساحة مقطع الأسلاك والشكل (٣ - ٨) يعرض أربعة أشكال مختلفة للقصر، علمًا بأنه يستخدم المصهرات الكهربية Fuses أو قواطع الدائرة الأتوماتيكية Miniatures لحماية الدائرة من القصر.



شكل (٣ - ٨)

ب - **زيادة الحمل** : وهو زيادة تيار التشغيل للمحركات إلى مرة ونصف أو أكثر من قيمته الأصلية، وينتج ذلك من حمل زائد على الآلة المدارة بالمحرك وتستخدم المتممات الحرارية Thermal OverLoads أو قواطع المحركات mcb´s لحماية المحركات من زيادة الحمل.

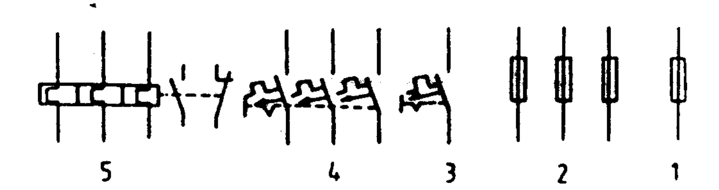
والشكل (٣ - ٩) يعرض صورة لقاطع محركات ذات قدرات صغيرة (أ) وقاطع دائرة ثلاثة أقطاب (ب)، ومتمم حرارى (جـ).



(جـ) (ب) (أ)

شكل (٣ - ٩)

وفيما يلى الرموز الكهربية لأجهزة الوقاية :



حيث إن الرمز 1 لمصهر قطب واحد، والرمز 2 لمصهر ثلاثة أقطاب، والرمز 3 لقاطع دائرة قطب واحد، والرمز 4 لقاطع دائرة ثلاثة أقطاب، والرمز 5 لمتمم حرارى.

٣ / ٤ - أجهزة معالجة البيانات Data Processing devices :

يوجد نوعان من هذه الأجهزة وهما :

أ - **الأجهزة التقليدية مثل**: الريلهات الكهرومغناطيسية والمؤقتات الزمنية والعدادات .... إلخ وتقوم هذه الأجهزة بإعطاء أوامر التشغيل والفصل للكونتاكتورات والصمامات الاتجاهية، وذلك تبعًا لظروف توصيلها.

ب - **أجهزة التحكم المبرمج**: وتقوم هذه الأجهزة بالتحكم فى تشغيل أو فصل الكونتاكتورات والصمامات الاتجاهية ولمبات البيان .... إلخ، تبعًا لظروف تشغيل العملية الصناعية وكذلك تبعًا لبرنامج التشغيل وسوف نتناول أجهزة التحكم المبرمج واستخداماتها فى التحكم فى النظم الهيدروليكية بالتفصيل فى الباب السادس.

٣ / ٤ / ١ - الريلهات الكهرومغناطيسية Electromagnetic Relays :

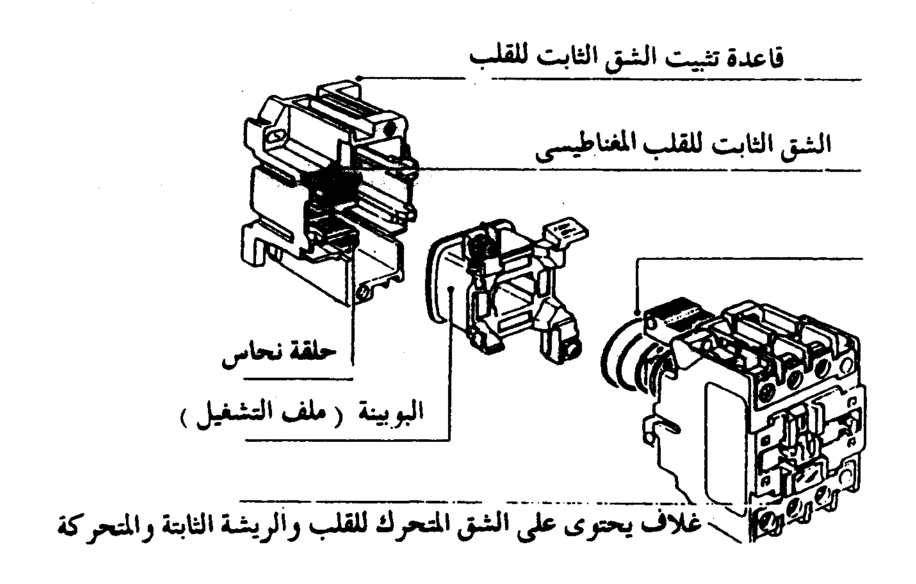
تتشابه الريلهات الكهرومغناطيسية والكونتاكتورات (سوف نتناولها فيما بعد فى الفقرة ٣ - ٥) إلى حد كبير فكلاهما مفاتيح كهرومغناطيسية تعمل بالمجال المغناطيسى الناشئ عن مرور التيار الكهربى فى البوبينة (ملف التشغيل)، وتتكون المفاتيح المغناطيسية بصفة عامة من قلب مغناطيسى مصنوع من رقائق من الصلب السليكونى، علمًا بأن هذا القلب مشقوق إلى شقين، أحدهما ثابت والآخر متحرك، ويوجد حول الشق الثابت البوبينة، أما الشق المتحرك فيحمل ريشة التلامس.

والفرق الجوهرى بين الريلاى الكهرومغناطيسى والكونتاكتور هو أن الريلاى لا

يحتوى على ريش تلامس رئيسية (وهى ريش تتحمل تيارات تشغيل كبيرة وتقوم بوصل وفصل المحركات) بل ريش تحكم فقط (وهى ريش تتحمل تياراً لا يزيد عن 10A) وتستخدم هذه الريش فى دوائر التحكم التى سوف نتناولها فيما بعد لعمل بعض الوظائف المساعدة فى عمليات التحكم.

أما الكونتاكتورات فتحتوى على ريش تلامس رئيسية، وكذلك ريش تلامس مساعدة (ريش تحكم).

والشكل (٣ - ١٠) يبين تركيب المفتاح الكهرومغناطيسى بصفة عامة سواء كان ريلاى أو كونتاكتور.



شكل (٣ - ١٠)

وفيما يلى الرموز الكهربية للريلهات الكهرومغناطيسية :

A1 13 31 41 23   A1 13 23 33 41

A2 14 32 42 24   A2 14 24 34 42

2 N/O + 2 N/C   3 N/O + 1 N/C

فالرمز 1 لريلاى يحتوى على ريشتين مفتوحتين طبيعيًا وريشتين مغلقتين طبيعيًا 2NO + 2NC، والرمز 2 لريلاى يحتوى على ثلاث ريش مفتوحة وريشة مغلقة 3NO + NC، علمًا أنه A1, A2 هم أطراف بوبينة المفتاح الكهرومغناطيسى.

ولحظة اكتمال مسار التيار للبوبينة ينعكس حالة ريشة تلامس المفتاح الكهرومغناطيسى فتصبح الريشة المفتوحة طبيعيًا NO مغلقة والعكس بالعكس.

٣ / ٤ / ٢ - المؤقتات الزمنية Timers :

يوجد صور مختلفة للمؤقتات الزمنية منها المؤقتات الإلكترونية والمؤقتات ذو المحرك، والمؤقتات الهوائية، وسوف نتناول فى هذه الفقرة المؤقتات الإلكترونية فقط والتى تنقسم بدورها إلى ثلاثة أنواع حسب نظرية عملها:

١ - المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند التوصيل On Delay Timer :

فعند اكتمال مسار التيار لبوبينة المؤقت ينعكس حالة ريشة تلامس (بعد تأخير زمنى t يعتمد على زمن معايرة المؤقت)، فتصبح الريشة المفتوحة طبيعيًا NO مغلقة والعكس بالعكس ولكن بمجرد انقطاع مسار التيار الكهربى للبوبينة تعود ريش التلامس للمؤقت لوضعها الطبيعى فى الحال.

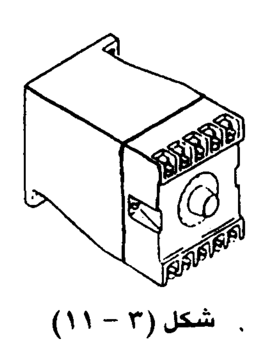
٢ - المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند الفصل Off Delay Timer :

فعند اكتمال مسار التيار لبوبينة المؤقت ينعكس حالة ريش تلامسه فى الحال، ولكن عند انقطاع مسار التيار للبوبينة تعود ريش التلامس للمؤقت لوضعها الطبيعى بعد تأخير زمنى t (يعتمد على زمن المعايرة للمؤقت).

٣ - المؤقت الزمنى الرعاش Flashing Timer :

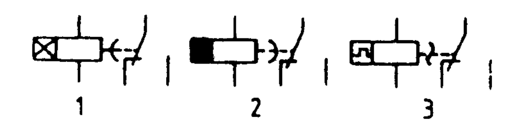
فعند اكتمال مسار التيار لبوبينة المؤقت تنعكس حالة ريش تلامس المؤقت لمدة t1 ثم تعود ريش التلامس لوضعها الطبيعى لمدة t2، ويتكرر ذلك طوال فترة اكتمال مسار التيار لبوبينة المؤقت ولكن بمجرد انقطاع مسار التيار تعود ريش المؤقت لوضعها الطبيعى (t1) وزمن الفصل (t2).

والشكل (٣ - ١١) يعرض صورة مؤقت زمنى إلكترونى.



شكل (٣ - ١١)

وفيما يلى رموز المؤقتات الزمنية المختلفة :



فالرمز 1 لمؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل بريشة قلاب، والرمز 2 لمؤقت زمنى يؤخر عند الفصل بريشة قلاب، والرمز 3 لمؤقت زمنى رعاش بريشة قلاب.

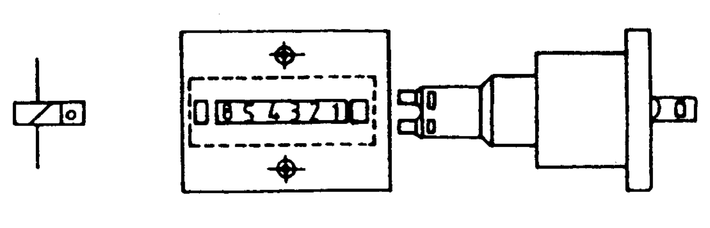
٣ / ٤ / ٣ - العدادات الكهروميكانيكية ElectroMechanical Counters :

تنقسم العدادات الكهروميكانيكية لنوعين أساسيين وهما :

١ - العدادات المجمعة Totalising Counters :

وتستخدم هذه العدادات كعدادات ساعة لعد زمن التشغيل للمعدات بالساعة، ويزداد العدد المعروض فى العداد بمقدار واحد كلما وصلت له نبضة كهربية حتى يصل قيمة العدد المعروض إلى 99999، ثم يعود للصفر من جديد ويبدأ العد من جديد وهكذا.

والشكل (٣ - ١٢) يعرض المسقط الرأسى والجانبى لهذا النوع من العدادات ورمزه (غير قياسى).



شكل (٣-١٢)

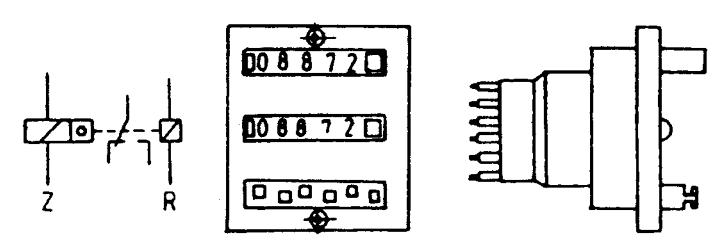
٢ - العدادات سابقة الضبط Predetermining Counters :

وتزود هذه العدادات بوسيلة يدوية لتحميل العداد بعدد معين. وتحتوى هذه العدادات فى العادة على شاشتين للعرض:

إحداهما: لعرض العدد المحمل به العداد.

والثانية: لعرض القيمة الجارية للعداد. وفى البداية تكون قراءة العداد مساوية للصفر ولكن كلما وصل للعداد نبضة كهربية ازدادت القراءة بمقدار 1 إلى أن تصبح قراءة العداد مساوية للعدد المحمل به العداد، وفى هذه الحالة يقوم العداد بعكس ريشه فتصبح الريشة المفتوحة طبيعياً مغلقة والمغلقة طبيعياً مفتوحة.

ويمكن تحرير القيمة الجارية للعداد وإعادتها للصفر، وذلك عند وصول إشارة كهربية لملف التحرير R للعداد، أو بوسيلة يدوية معدة لذلك وفى الشكل (٣ - ١٣) مسقط جانبى وآخر رأسى للعداد التنازلى وكذلك رمز العداد (غير قياسى).

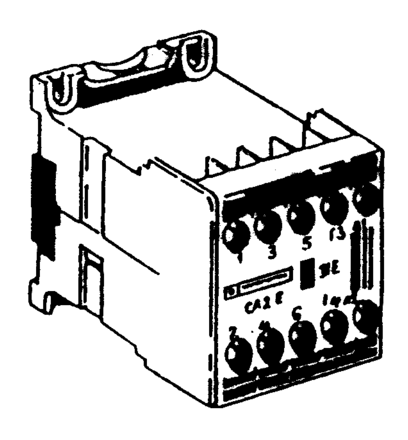


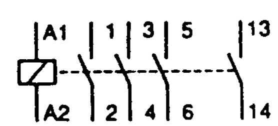
شكل (٣ - ١٣)

٣ / ٥- أجهزة التحكم فى القدرة Power Control devices :

وهذه الأجهزة مسئولة عن تنفيذ أوامر التشغيل المرسلة إليها من أجهزة معالجة البيانات، ويوجد الكثير من أجهزة التحكم فى القدرة أهمها: الكونتاكتورات الكهربية. ولقد سبق وأن أشرنا إلى أن تركيب ونظرية عمل الكونتاكتورات، لا تختلف عن الريلهات إلا فى وظيفتها، فالكونتاكتورات تستخدم فى وصل وفصل الأحمال، والثانى يستخدم فى معالجة البيانات القادمة إليها تبعاً لطريق توصيلها (انظر الفقرة ٣ - ٤ - ١).

والشكل (٣ - ١٤) يعرض صورة لكونتاكتور والرمز الكهربى له.

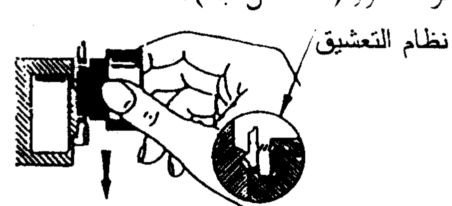


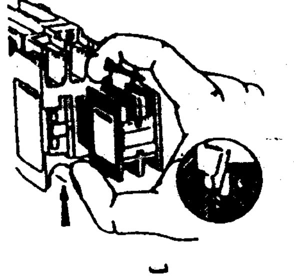


شكل (٣ – ١٤)

وعادة تثبت المتممات الحرارية أسفل الكونتاكتورات وتوصل معها كهربيًا لحماية المحركات من زيادة الحمل.

وفى بعض الأحيان يلزم الأمر زيادة عدد ريش التلامس الإضافية (ريش التحكم) الخاصة بالكونتاكتور، ولتحقيق ذلك تضاف وحدات تلامس إضافية تثبت على وجه الكونتاكتور، وهذه الوحدات تحتوى على ريشتين أو أربع ريش تحكم بتنظيمات مختلفة، فهناك أنواع مختلفة من هذه الوحدات على سبيل المثال: وحدات مزودة بريشتين مفتوحتين (2NO)، وأخرى مزودة بريشتين مغلقتين (2NC) وأخرى – مزودة بأربع ريش مفتوحة (4 NO)، وأخرى مزودة بأربع ريش مفتوحة (4 NO) وهكذا. والشكل (٣ – ١٥) يعرض طريقة تثبيت وحدة إضافية تحتوى على ريشتين على وجه كونتاكتور (الشكل أ)، وكذلك طريق نزعها من على الكونتاكتور (الشكل ب).





ب

أ

شكل (٣ – ١٥)

٣ / ٦ - أجهزة مخاطبة نظام التحكم Main machine dialogue :

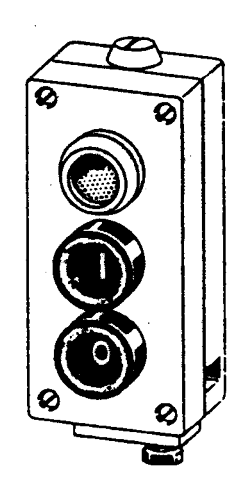
وهذه الأجهزة تجعل الإنسان قادراً على مخاطبة نظام التحكم أو الآلة بمعنى إعطاء أوامر للنظام، وأيضاً متابعته فى نفس الوقت، وذلك من خلال مجموعة من الضواغط ومفاتيح التشغيل ولمبات البيان وأجهزة الإنذار الصوتى مثل الأبواق . . . إلخ، وتعتبر ألوان لمبات البيان والضواغط فى غاية الأهمية بالنسبة للمشغلين، وذلك لتجنب الفهم الخاطئ فى إعطاء الأوامر أو متابعة النظام. والجدول الآتى يوضح الألوان الخاصة بالضواغط واستخدامها.

اللـــون	الاســـــتخدام
أحمر	إيقاف (Stop)، فصل Off، طوارئ Emergency
أخضر وأسود	بدء Start، تشغيل On.
أصفر	إعادة دورة التشغيل للعملية الصناعية إلى بدايتها.
أبيض أو أزرق فاتح	التحكم فى العمليات الثانوية التى لا ترتبط بدورة التشغيل للنظام.

أما الجدول الآتى فيوضح الألوان الخاصة بلمبات البيان ومدلولها :

اللـــون	المـدلـــول
أحمر	توقف الماكينة ناتج عن خلل مثل زيادة الحمل عليها (حالة غير طبيعية).
أصفر	انتباه كاقتراب كمية معينة كالتيار أو درجة الحرارة أو الضغط. للقيمة القصوى أو الصغرى لها، أو (تحذير من حدوث شيء غير طبيعى).
أخضر	الماكينة تعمل، أو الماكينة جاهزة للبدء، أو ضغط الزيت مناسب للعمل.
أبيض	المفتاح الرئيسى فى وضع التشغيل (الدائرة عند جهد التشغيل المعتاد).
أزرق	وظائف مختلفة عما سبق ذكره.

والشكل (٣ – ١٦) يعرض وحدة تحكم تحتوى على لمبة بيان وضاغط تشغيل I وضاغط إيقاف 0.



شكل (٣ – ١٦)

وفيما يلى الرموز الكهربية لأجهزة مخاطبة الآلة :

حيث إن :

الرمز 1 لضاغط بريشتين NO + NC.

الرمز 2 لمفتاح دوار بوضعين، 1 ,0، ويحتوى على ريشتين NO + NC.

الرمز 3 لمفتاح بزر انضغاطى، ويحتوى على ريشتين NO + NC.

الرمز 4 للمبة بيان.

الرمز 5 لضاغط بريشة قلاب CO

الرمز 6 لمفتاح دوار بريشة قلاب CO

الرمز 7 لمفتاح بزر انضغاطى بريشة قلاب CO

الرمز 8 لهورن إنذار صوتى.

٣ / ٧- الحروف الدالة ونظام الترقيم لأجهزة التحكم:

الجدول الآتى يعرض الحروف الدالة على رموز التحكم المختلفة:

جهاز التحكم	الحرف	جهاز التحكم	الحرف
المحركات	M	المؤقت الزمنى	KT, D
الضواغط اليدوية ومفاتيح نهاية المشوار	S	الصمام الاتجاهى	Y
مفتاح الضغط ودرجة الحرارة... إلخ.	B	لمبات البيان والأبواق	H
الريلاى الكهرومغناطيسى	K	المحولات	T
الكونتاكتور	K-	المولدات	G
	KM	المفاتيح ذات المواضع المختلفة	Q

وترقم أجهزة التحكم بالأسلوب الآتى:

- ترقم الأقطاب الرئيسية لأجهزة التحكم مثل الكونتاكتورات والمتممات الحرارية وقواطع المحركات وقواطع الدائرة والسكاكين والمصهرات كما يلى:

القطب الأول (L1 - T1) أو (2 - 1).

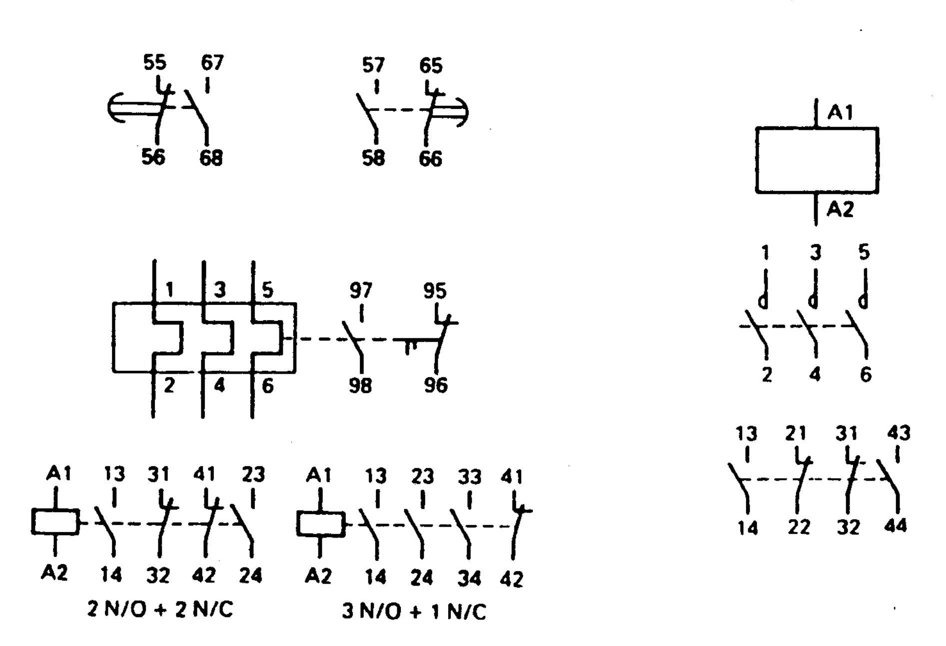
القطب الثانى (L2 - T2) أو (4 - 3).

القطب الثالث (L3 - T3) أو (6 - 5).

- ترقم ريش التحكم لأجهزة التحكم مثل الكونتاكتورات والضواغط والمفاتيح المختلفة والمتممات الحرارية والقواطع والمؤقتات الزمنية... إلخ بعددين: العدد الموجود جهة اليمين يدل على نوع الريشة، والموجود جهة اليسار يدل على ترتيب

الريشة داخل الجهاز، ويختلف العدد الموجود جهة اليمين حسب نوع الريشة مفتوحة أو مغلقة، وأيضًا حسب نوع الجهاز، فريش التحكم المفتوحة للكونتاكتورات والضواغط والمفاتيح المختلفة تأخذ الأعداد 4 - 3، والمغلقة تأخذ الأعداد 2 - 1 أما ريش التحكم المفتوحة للمؤقتات الزمنية والمتممات الحرارية تأخذ الأعداد 8 - 7، والمغلقة تأخذ الأعداد 6 - 5.

- ترقم أطراف البوبينات ذات الملف الواحد بالرموز A1 - A2، وذات الملفين بالرموز (A1 - A2)، (B1 - B2). والشكل (٣ – ١٧) يوضح نظام الترقيم لأجهزة التحكم تبعًا للنظام العالمى.



شكل (٣ – ١٧)

٣ / ٨ – المخططات الكهربية:

تتكون المخططات الكهربية لنظم التحكم من:

١ – دوائر التحكم.

٢ – الدوائر الرئيسية.

أولاً : دوائر التحكم Control Circuits :

هذه الدوائر توضح مسار التيار لبوبينات (لملفات التشغيل) الكونتاكتورات والريليهات الكهرومغناطيسية والمؤقتات الزمنية والعدادات ولمبات البيان والأبواق والصمامات الاتجاهية. وعادة فإن جهد دائرة التحكم يساوى جهد الوجه للمصدر الكهربى، أو جهد صغير يتم الحصول عليه من محولات التحكم. وفيما يلى الجهود القياسية لدوائر التحكم.

24, 48, 110, 127, 220 V

وهذه الجهود إما مستمرة أو متغيرة، وعادة ترسم ريشة التحكم لأجهزة التحكم المستخدمة مثل الكونتاكتورات أو الريلهات والمؤقتات الزمنية والضواغط.. إلخ فى وضعها الطبيعى، فالمفتوحة طبيعيًا NO ترسم مفتوحة، والمغلقة طبيعيًا NC ترسم مغلقة إلا فى حالات قليلة، حيث يوضع سهم يشير لأعلى بجوار أى عنصر من عناصر دائرة التحكم ليدل على أنه تحت تأثير مؤثر خارجى.

وتستخدم المصهرات وقواطع الدائرة الأتوماتيكية لحماية دوائر التحكم من القصر، ولكن إذا زاد حجم دائرة التحكم كأن يصبح عدد البوبينات الموجودة أكثر من 5 بوبينات يلزم استخدام محول تحكم بالإضافة إلى وسائل الحماية الأخرى، وذلك لتقليل تيار القصر عند حدوثه نتيجة للمقاومة الكهربية الكبيرة للمحولات. ومحولات التحكم تشبه المحول الكهربى العادى ذا الملفين المنفصلين عدا أن سعة محولات التحكم صغيرة ولا تتعدى فى العادة (1000 VA).

ويجب ملاحظة أن جهود البوبينات الموجودة فى أى دائرة تحكم يجب أن تتساوى وتساوى جهد المصدر الكهربى لدائرة التحكم.

ثانيًا : الدوائر الرئيسية Power circuits :

وهذه الدوائر توضح مسار التيار للأحمال الكهربية مثل : المحركات الكهربية والسخانات ولمبات الإضاءة.. إلخ، ويظهر فى هذه الدوائر الأقطاب الرئيسية لأجهزة التحكم (الكونتاكتورات والقواطع الأتوماتيكية وقواطع المحركات والمتممات

الحرارية. . . إلخ) فى وضعها الطبيعى، وعادة تستخدم المصهرات الكهربية والقواطع الأتوماتيكية لحماية هذه الدوائر من القصر، وتستخدم المتممات الحرارية لحماية المحركات من زيادة الحمل، وتستخدم قواطع المحركات لحماية المحركات من القصر وزيادة الحمل، وترسم القواطع الأتوماتيكية وقواطع المحركات فى وضع off، وتكون جميع أقطابها مفتوحة.

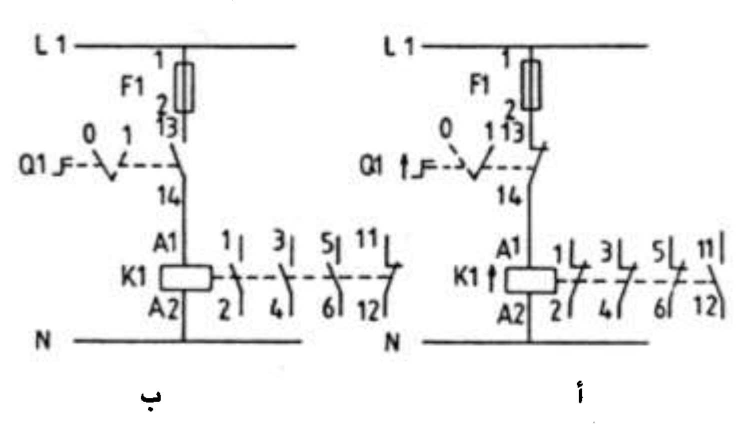
٣ / ٩ - نظرية تشغيل الكونتاكتور أو الريلاى:

يمكن تشغيل الكونتاكتور أو الريلاى بمفتاح له وضعى تشغيل، أو بضاغط يدوى. ولكل طريقة تشغيل خصائص مميزة لها ستتضح فى الفقرات التالية، علماً بأن التركيب الداخلى للكونتاكتور أو الريلاى مبين فى الشكل (٣ - ١٠).

٣ / ٩ / ١ - التشغيل والفصل بمفتاح له وضعى تشغيل:

الشكل (٣ - ١٨) يعرض دائرة تحكم تحتوى على بوبينة الكونتاكتور K1، ومفتاح التشغيل Q1 ومصهر الحماية F1.

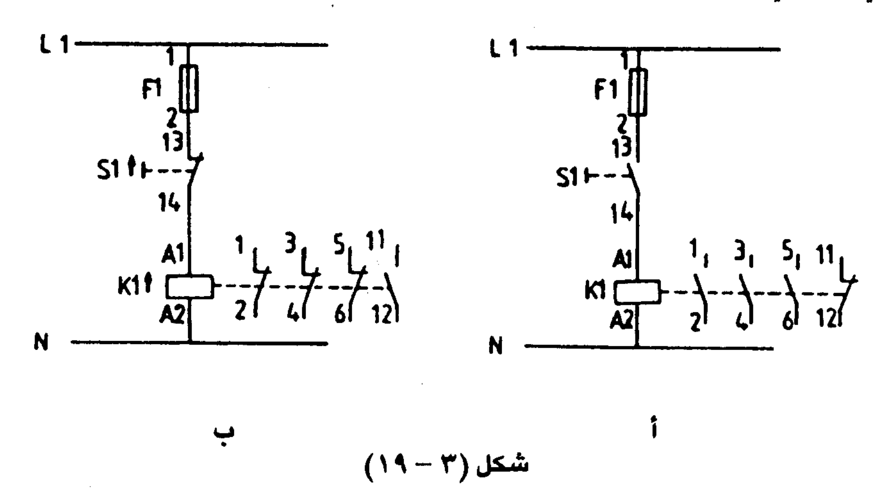
فالشكل (أ) يعرض دائرة التحكم فى الحالة المعتادة عندما يكون وضع المفتاح Q1 على وضع 0، بينما الشكل (ب) يعرض دائرة التحكم عندما يكون المفتاح Q1 على وضع 1، وفى هذا الوضع فإن ريشة المفتاح Q1 المفتوحة ستصبح مغلقة، وبالتالى يكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1 فتتمغنط وينجذب الشق المتحرك للقلب المغناطيسى تجاه الشق الثابت ويتغير وضع ريش التلامس للكونتاكتور، ويقال إن الكونتاكتور فى حالة تشغيل، وتصبح الأقطاب الرئيسية للكونتاكتور مغلقة بدلاً من مفتوحة، ويتغير وضع ريشة التحكم للكونتاكتور فتصبح الريشة المفتوحة طبيعياً NO مغلقة والعكس بالعكس، علماً بأن الكونتاكتور K1 يظل على هذه الحالة إلى أن يتم إعادة المفتاح Q1 إلى وضع 0، فينقطع مسار التيار للبوبينة وتعود جميع ريش التلامس (رئيسية وتحكم) إلى وضعها الطبيعى ويقال إن الكونتاكتور فى حالة فصل.



شكل (٣ – ١٨)

٣ / ٩ / ٢ – التشغيل والفصل بضاغط يدوى:

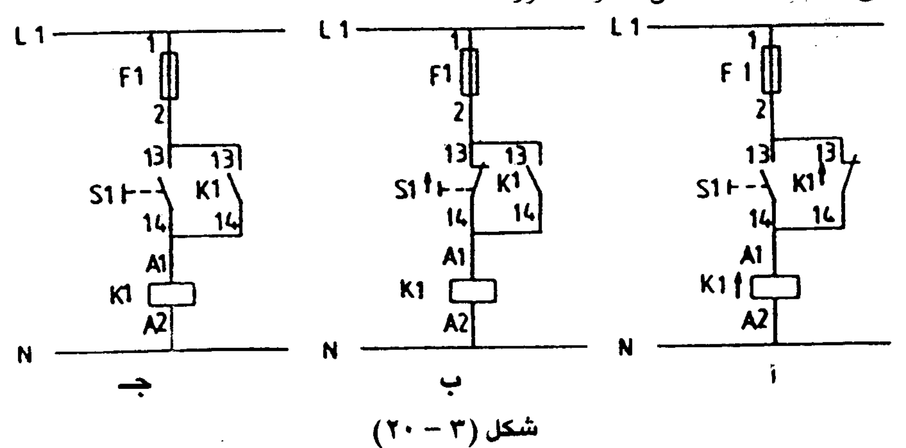
الشكل (٣ – ١٩) يعرض دائرة التحكم لتشغيل الكونتاكتور K1 باستخدام الضاغط اليدوى S1. فالشكل (أ) يعرض دائرة التحكم فى الحالة المعتادة، بينما الشكل (ب) يعرض دائرة التحكم عندما يكون الضاغط S1 تحت تأثير ضغط يدوى، والفرق بينهما يشبه تمامًا الفرق بين الشكل (٣ – ١٨ أ، ب)، ولكن هناك ملاحظة وهى أنه للمحافظة على استمرارية تشغيل الكونتاكتور K1 عند استخدام ضاغط يدوى يلزم استمرارية الضغط على الضاغط S1، وهذا بالطبع يمثل مشكلة فى الحياة العملية.



شكل (٣ – ١٩)

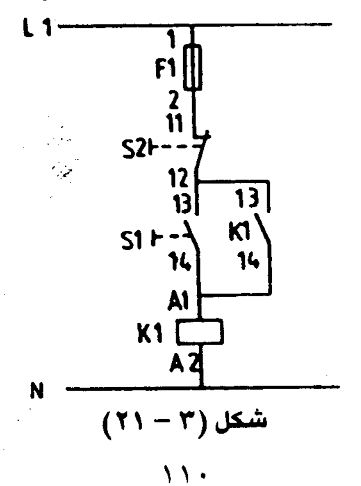
وحتى يمكن التغلب على هذه المشكلة استخدمت ريشة تحكم من الكونتاكتور

K1، حيث يتم توصيل هذه الريشة بالتوازى مع الضاغط S1، كما هو موضح بالشكل (٣ – ٢٠)، ففى الشكل (أ) دائرة التحكم لتشغيل الكونتاكتور K1 بضاغط تشغيل يدوى وريشة إبقاء ذاتى فى الحالة المعتادة. وفى الشكل (ب) دائرة التحكم ولكن لحظة الضغط على الضاغط اليدوى S1 وفى الشكل (جـ) دائرة التحكم لحظة تحرير الضاغط اليدوى S1 ويتضح من ذلك أن ريشة التحكم للكونتاكتور K1 عملت على الإبقاء الذاتى لمرور التيار الكهربى ببوبينة الكونتاكتور K1 بعد إزالة الضغط على الضاغط اليدوى S1. ولكن بهذه الطريقة ظهرت مشكلة وهى عدم إمكانية فصل الكونتاكتور.



شكل (٣ – ٢٠)

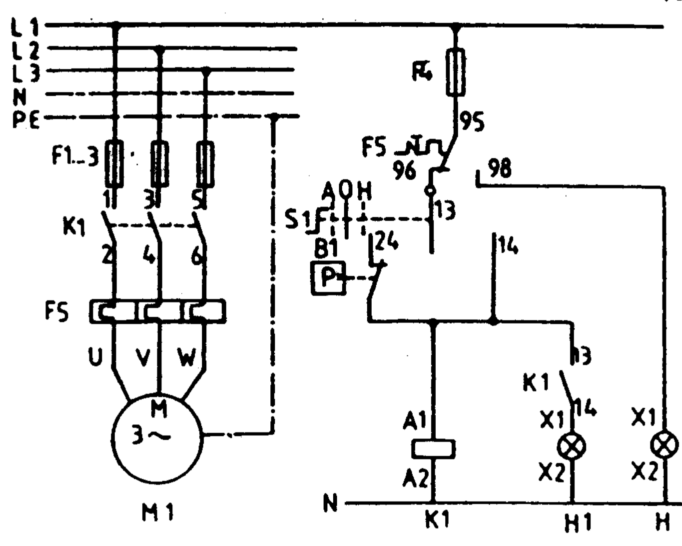
وللتغلب على هذه المشكلة يضاف ضاغط آخر للإيقاف كما هو موضح بالشكل (٣ – ٢١)، حيث إن S1 هو ضاغط التشغيل، S2 هو ضاغط الإيقاف، الريشة، K1/13-14 هى ريشة الإمساك الذاتى لمسار التيار وهى إحدى ريش الكونتاكتور K1.



شكل (٣ – ٢١)

٣ / ١٠ – التشغيل الأتوماتيكى أو اليدوى لمحرك يدير مضخة:

فى الشكل (٣ – ٢٢) المخطط الكهربى لتشغيل محرك استنتاجى ذى قفص سنجابى يدير مضخة هيدروليكية، بحيث يمكن تشغيل المحرك أتوماتيكيًا Aut أو يدويًا Man.



شكل (٣ – ٢٢)

محتويات المخطط الكهربى:

١ – ثلاثة مصهرات أحادية القطب (F1, F2, F3) لحماية الدائرة الرئيسية من القصر.

٢ – الكونتاكتور K1، والذى يقوم بفصل ووصل التيار الكهربى عن المحرك M1.

٣ – المتمم الحرارى F5، والذى يقوم بحماية المحرك M1 من زيادة الحمل.

٤ – مصهر أحادى القطب F4 والذى يقوم بحماية دائرة التحكم للمحرك من القصر.

٥ – مفتاح اختيار بثلاثة مواضع S1، وهذه المواضع كالآتى: AUT - o - Man.

٦ – لمبة بيان التشغيل H1 (لمبة لونها أخضر).

٧ – لمبة بيان زيادة الحمل H2 (لمبة لونها أحمر).

٨ - مفتاح ضغط B1 لفصل ووصل محرك المضخة تبعًا لضغط الزيت.

نظرية التشغيل:

١ - التشغيل الأوتوماتيكى:

عند وضع مفتاح الاختيار S1 على وضع Aut تنغلق الريشة 24 - 13 /S1، فيكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1 فتتمغنط بوبينة الكونتاكتور K1، ويعمل الكونتاكتور على عكس ريشه الرئيسية وريشة التحكم، فيدور محرك المضخة K1، وأيضًا تضيىء اللمبة H1، وعند ارتفاع ضغط الزيت الهيدروليكى، تفتح ريشة مفتاح الضغط 12 - 11 /B1، فينقطع مسار التيار عن بوبينة الكونتاكتور K1 فيتوقف المحرك M1 وتنطفئ لمبة البيان H1، وعند انخفاض ضغط الزيت الهيدروليكى عن الضغط المعاير عليه مفتاح الضغط B1 تعود الريشة 13 /S2 14 - مغلقة مرة أخرى، فيعمل المحرك M1 من جديد وهكذا.

٢ - التشغيل اليدوى:

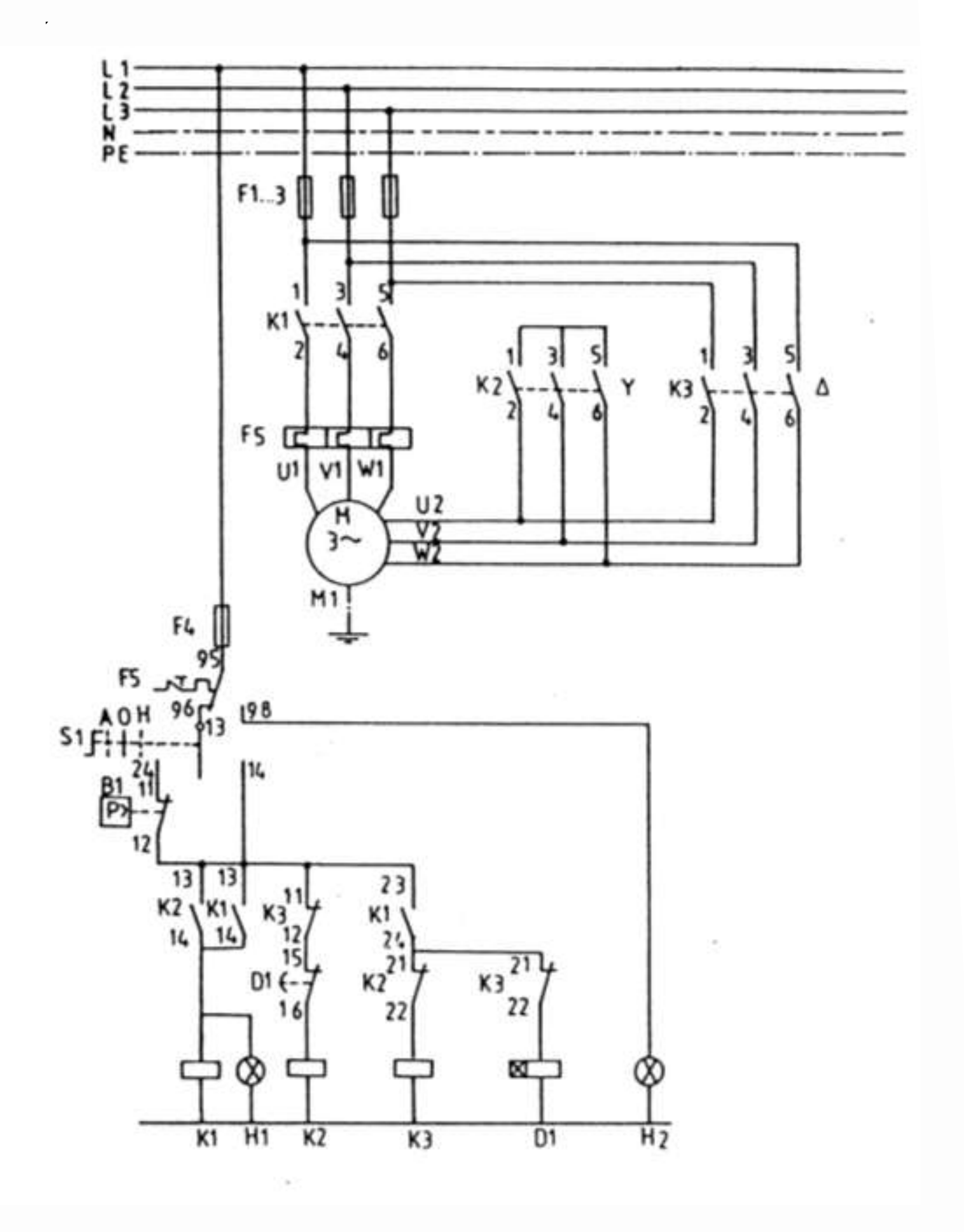
عند وضع مفتاح الاختبار S1 على وضع Man تنغلق الريشة 14 - 13 /S1، فيكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1 وتتمغنط البوبينة، وتباعًا يعمل الكونتاكتور K1 على عكس ريشه الرئيسية وريش التحكم، ويدور محرك المضخة، وتضىء اللمبة H1، ويستمر محرك المضخة فى حالة تشغيل مستمر.

٣ - إيقاف المحرك:

عند وضع المفتاح S1 على وضع 0 ينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1، ويتوقف المحرك فى الحال، وكذلك تنطفئ لمبة التشغيل H1.

وعند حدوث زيادة فى الحمل على المحرك سواء كان المحرك يعمل يدويًا Man، أو أوتوماتيكيًا Aut، تفتح ريشة المتمم الحرارى 96 - 95 /F5، وتغلق الريشة - 95 /F5 98، فيتوقف المحرك وتضىء لمبة البيان الحمراء H2.

وفى الشكل (٣ - ٢٣) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم للتحكم فى محرك مضخة، يبدأ حركته نجما وبعد 3 ثوان يعمل دلتا، وذلك لتقليل تيار البدء للمحرك، ويتم إما يدويًا أو أوتوماتيكيًا.


L1
L2
L3
N
PE
F1...3
K1
FS
U1
V1
W1
M
3~
M1
U2
V2
W2
K2
Y
K3
Δ
F4
95
F5
96
98
S1
A O H
24
B1
11
12
13
14
K2
K1
K3
15
D1
16
23
21
22
H1
K3
H2

شکل (۳ – ۲۳)

محتويات المخطط الكهربى :

١ – ثلاثة مصهرات أحادية القطب F1, F2, F3 لحماية الدائرة الرئيسية من القصر.

٢ – ثلاثة كونتاكتورات K1, K2, K3.

٣ – المتمم الحرارى F5، والذى يقوم بحماية المحرك M1 من زيادة الحمل.

٤ – مصهر أحادى القطب F4 والذى يقوم بحماية دائرة التحكم للمحرك من القصر.

٥ – مفتاح اختيار بثلاثة مواضع S1، وهذه المواضع كما يلى Aut - 0 - Man.

٦ – مؤقت زمنى D1، يؤخر عند التوصيل، وهذا المؤقت معاير على 3 ثوان.

٧ – مفتاح ضغط B1، لفصل ووصل محرك المضخة الهيدروليكية.

٨ – لمبة بيان التشغيل H1 (لونها أخضر).

٩ – لمبة بيان زيادة الحمل H2 (لونها أحمر).

نظرية التشغيل :

١ – التشغيل الأتوماتيكى :

عند وضع مفتاح الاختيار S1 على وضع التشغيل الأتوماتيك Aut يكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K2، فتنغلق الريشة 14 - 13 /K2، فيكتمل مسار التيار للكونتاكتور K، فيدور المحرك M1 وملفاته موصلة نجمًا، حيث إن الكونتاكتور K2 يقوم بعمل قصر على أطراف المحرك (U2, V2, W2)، وفى نفس الوقت تضىء لمبة البيان H1، ويكتمل مسار التيار لبوبينة المؤقت D1 لغلق الريشة 24 - 23 ,K1، وبعد انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت الزمنى D1، (3 ثوان)، يقوم المؤقت بعكس حالة ريشه، فتفتح الريشة 16 - 15 /D1؛ فينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K2، وفى نفس الوقت يكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K3 لعودة الريشة - 21 /K2 22 مغلقة مرة أخرى (نتيجة لفصل الكونتاكتور K2)، ويدور المحرك وملفاته موصلة دلتا Δ وعند ارتفاع ضغط الزيت الهيدروليكى يقوم مفتاح الضغط B1 بفتح ريشته المغلقة 12 - 11 /B1، فينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1, K3، فيتوقف

المحرك. وعند انخفاض ضغط الزيت الهيدروليكى يقوم مفتاح الضغط B1 بإعادة غلق B1/ 11 - 12 ويبدأ المحرك من جديد حركته نجما ثم دلتا بنفس الطريقة المشروحة سالفًا.

٢ - التشغيل اليدوى:

عند وضع مفتاح الاختيار S1 على وضع التشغيل اليدوى Man، يكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K2، وتباعًا لبوبينة الكونتاكتور K1، ويدور المحرك وملفاته موصلة نجمًا، وفى نفس الوقت تضىء لمبة البيان H1، ويكتمل مسار التيار لبوبينة المؤقت بعكس حالة ريشه، فتفتح الريشة 16- D1/ 15، فينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K2، وفى نفس اللحظة يكتمل مسار التيار لبوبينة K3 ويدور المحرك وملفاته موصلة دلتا.

٣ - الإيقــاف:

عند وضع مفتاح الاختيار S1 على وضع 0، ينقطع مسار التيار لكلٍ من K3، K1 ويتوقف المحرك وتنطفئ اللمبة H1، وعند زيادة الحمل على المحرك أثناء دورانه أتوماتيكيًا أو يدويًا تفتح الريشة 96 - F5/ 95، فينقطع مسار التيار عن K1, K3، فيتوقف المحرك وفى نفس اللحظة تغلق الريشة 98 - F5/ 95 فتضىء لمبة الخطأ H2، وبعد إزالة سبب زيادة الحمل على محرك المضخة يعاد المحرك للخدمة، وذلك بعد التحرير اليدوى لمتمم زيادة الحمل F5 بواسطة زر أحمر معد لذلك فى المتمم الحرارى.

الباب الرابع

دوائر التحكم الإلكتروهيدروليكية

دوائر التحكم الإلكتروهيدروليكية

٤ / ١ - التحكم فى تشغيل الأسطوانات :

كما سبق وأشرنا إلى أنه يوجد نوعان رئيسيان من الأسطوانات وهما :

١ - الأسطوانات الأحادية الفعل.

٢ - الأسطوانات الثنائية الفعل.

وعادة فإن الصمامات الاتجاهية المستخدمة للتحكم فى الأسطوانات الأحادية الفعل تختلف عن المستخدمة فى التحكم فى الأسطوانات الثنائية الفعل، وسوف نتناول ذلك بالتفصيل فى الفقرات التالية.

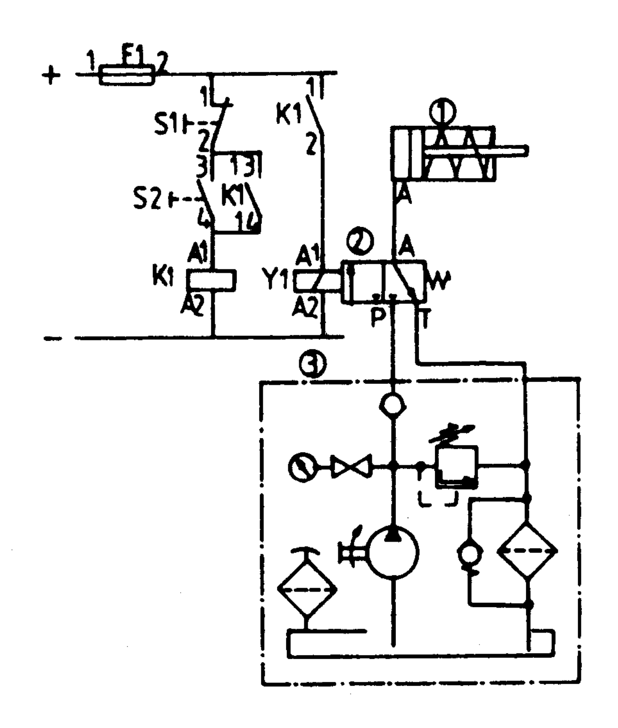
٤ / ١ / ١ - التحكم فى الأسطوانة الأحادية الفعل :

تحتوى المخططات الإلكتروهيدروليكية على عناصر هيدروليكية وأخرى كهربية، وجمع هذه العناصر معاً فى مخطط واحد يجعل هذه المخططات معقدة، لذلك اتفق على تقسيم هذه المخططات إلى دائرة هيدروليكية ودائرة تحكم كهربية، والشكل (٤ - ١) يعرض مخططاً إلكتروهيدروليكياً للتحكم فى أسطوانة أحادية الفعل.

محتويات المخطط الإلكتروهيدروليكى :

أسطوانة أحادية الفعل	1
صمام اتجاهى 3/2 بملف وياى	2
وحدة القدرة الهيدروليكية	3
مصهر حماية	F1
ضاغط عودة الأسطوانة	S1
ضاغط ذهاب الأسطوانة	S2
كونتاكتور كهربى	K1

أما الشكل (٤ – ٢) فيعرض الدائرة الهيدروليكية ودائرة التحكم الكهربية للتحكم فى أسطوانة أحادية الفعل، وبمقارنة الشكلين (٤ – ١، ٤ – ٢) يتضح أن طريقة تقسيم المخططات الإلكتروهيدروليكية لدوائر هيدروليكية ودوائر تحكم كهربية تساعد على تبسيط هذه المخططات وسهولة فهمها.

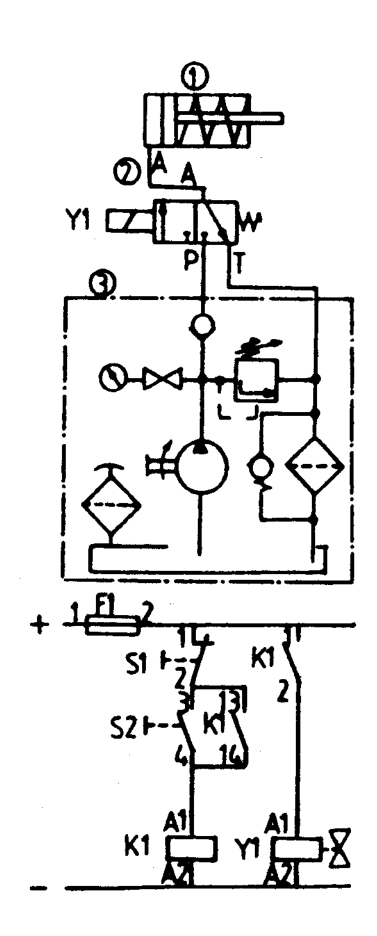


شكل (٤ – ١)

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 تغلق الريشة 4 - S2/3 فيكتمل مسار تيار بوبينة الكونتاكتور K1 فتتمغنط وينعكس حالة ريش الكونتاكتور فتغلق الريشة المفتوحة 14 - K1/1، فيحدث إمساك ذاتى لمسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1 حتى بعد إزالة الضغط على الضاغط S2، وفى نفس الوقت تغلقه الريشة المفتوحة 2 - K1/1، فيكتمل مسار التيار للملف، فيتغير وضع التشغيل للصمام 2 من الوضع الابتدائى الأيمن للوضع الثانوى الأيسر فيمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة الهيدروليكية 3

عبر المسار P → A، فتتقدم الأسطوانة 1 للأمام وصولاً لنهاية شوط الذهاب، ويظل الوضع هكذا إلى أن يقوم المشغل بالضغط على الضاغط S1، فتتفتح الريشة المغلقة S1/1 - 2 فينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1، وتعود جميع ريش الكونتاكتور لوضعها الطبيعي أى تعود الريش المفتوحة مفتوحة، وأيضاً المغلقة مغلقة مرة أخرى، فينقطع مسار التيار عن الملف Y1، فيعود الصمام 2 لوضعه الابتدائي الأيمن، ويمر الزيت المضغوط من خلف مكبس الأسطوانة 1 عبر المسار P → A للخزان، وتتراجع الأسطوانة للخلف وصولاً لنهاية شوط العودة.



شكل (٤ – ٢)

٤ / ١ / ٢ - التحكم فى الأسطوانة ثنائية الفعل :

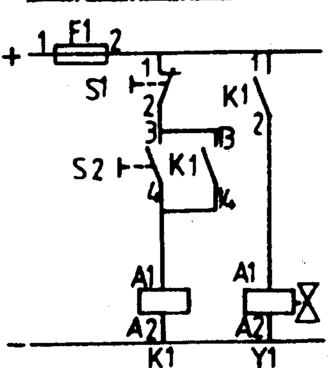
الشكل (٤ - ٣) يعرض الدائرة الهيدروليكية ودائرة التحكم الكهربية للتحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل، مستخدماً صمام 4/2 بملف كهربى ويأى إرجاع.

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

أسطوانة ثنائية الفعل	1
صمام 4/2 بملف ويأى	2
وحدة القدرة الهيدروليكية	3

محتويات دائرة التحكم الكهربية :

مصهر حماية دائرة التحكم	F1
ضاغط العودة (التراجع)	S1
ضاغط الذهاب (التقدم)	S2
كونتاكتور كهربى	K1
ملف الصمام الاتجاهى	Y1



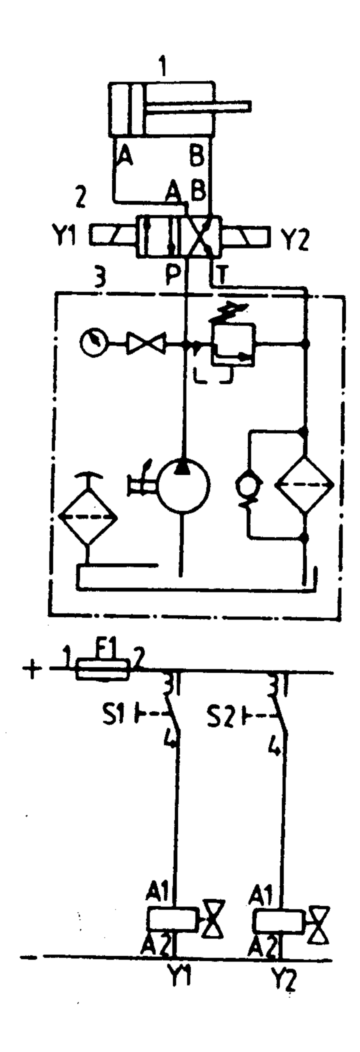
شكل (٤ - ٣)

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S2 تغلق الريشة S2 / 3 - 4 فيكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1 فتتمغنط البوبينة وتغلق الريشة K1 /1-2, K1/13-14، فيحدث إمساك ذاتى لمسار تيار البوبينة K1 حتى بعد إزالة الضغط على الضاغط S2، وفى نفس الوقت يكتمل مسار التيار للملف Y1 فتتمغنط ويتغير وضع التشغيل للصمام 2 من الوضع الأيمن للوضع الأيسر فينفتح المساران P → A, P → T، فتتقدم الأسطوانة 1 للأمام، ويظل الوضع هكذا إلى أن يقوم المشغل بالضغط على الضاغط S1، فتفتح الريشة المغلقة S1 /1-2، فينقطع مسار التيار عن الملف Y1،

فيعود الصمام 2 لوضعه الأيمن بفعل الياى فتفتح المسارات $P \rightarrow B, A \rightarrow T$، وتتراجع الأسطوانة 1 للخلف مرة أخرى.

أما الشكل (٤ – ٤) فيعرض الدائرة الهيدروليكية ودائرة التحكم الكهربية للتحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل مستخدماً صمام 4/2 بملفين كهربيين.



شكل (٤ – ٤)

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

أسطوانة ثنائية الفعل	1
صمام 4/2 بملفين	2
وحدة القدرة الهيدروليكية	3

محتويات دائرة التحكم الكهربية :

مصهر حماية دائرة التحكم	F1
ضاغط الذهاب (التقدم)	S1
ضاغط العودة (التراجع)	S2
ملف الذهاب للصمام	Y1
ملف العودة للصمام	Y2

نظرية التشغيل :

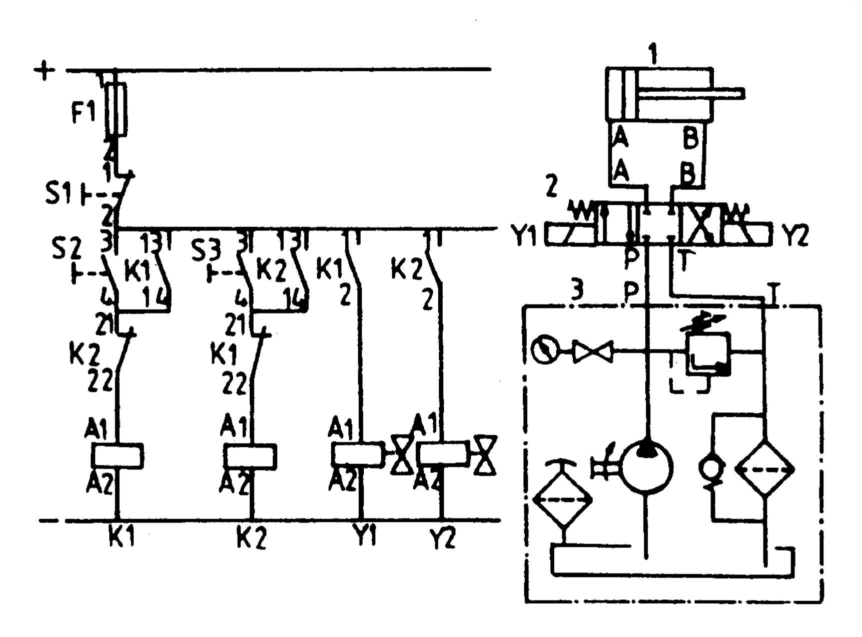
عند الضغط على الضاغط S1 تغلق الريشة 4 - 3 / S1، فيكتمل مسار التيار للملف Y1، ويتغير وضع التشغيل للصمام 2 من الوضع الأيمن للوضع الأيسر فتفتح المسارات A → B ،T, P → B، فتتقدم الأسطوانة 1 للأمام وصولاً لنهاية شوط الذهاب، وتظل الأسطوانة متقدمة حتى بعد إزالة الضغط عن الضاغط S1 (لأن الصمامات ذات موضعى التشغيل والمزودة بملفين كهربيين تعمل كقلابات R - S أى تحتفظ بآخر حالة لها) .

وعند الضغط على الضاغط تغلق الريشة 4 - 3 / S2، فيكتمل مسار التيار للملف Y2، فيعود الصمام 2 للوضع الابتدائى الأيمن فتفتح المسارات A → T, P → B، فتتراجع الأسطوانة 1 للخلف وصولاً لنهاية شوط العودة، وتظل الأسطوانة متراجعة للخلف حتى بعد إزالة الضغط عن الضاغط S2 .

ملاحظة :

يتضح من دائرتى التحكم المعروضتين فى الشكلين (٤ – ٣، ٤ – ٤) أن الصمام 4/2 ذا الملف والياى يحتاج لوصول تيار كهربى بصفة مستديمة لملفه حتى نحافظ على تقدم الأسطوانة للأمام أمام الصمام 4/2 ذى الملفين، فيحتاج وصول نبضة كهربية فقط لملف الذهاب حتى تتقدم الأسطوانة للأمام، وهذا هو الفرق الجوهرى بين الصمامين.

أما الشكل (٤ – ٥) فيعرض الدائرة الهيدروليكية ودائرة التحكم الكهربية للتحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل لإيقافها فى أى نقطة فى شوط الذهاب أو العودة.



شكل (٤ – ٥)

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

أسطوانة ثنائية الفعل	1
صمام 4/3 بملفين كهربيين ويايى إرجاع	2

وحدة القدرة الهيدروليكية	3

محتويات دائرة التحكم الكهربية :

مصهر حماية دائرة التحكم من القصر	F1
ضاغط الإيقاف	S1
ضاغط الذهاب (التقدم)	S2
ضاغط العودة (الذهاب)	S3
ملف الذهاب	Y1
ملف العودة	Y2
كونتاكتورات كهربية	K1 , K2

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S2 تغلق الريشة 4 - 3 / S2، فيكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1 فتتمغنط وتنعكس حالة ريش تلامس الكونتاكتور فتغلق الريش المفتوحة وتفتح الريش المغلقة، وبالتالى تغلق الريش - K1 /1 - 2, K1 /13 14، فيحدث إمساك ذاتى لمسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1 حتى بعد إزالة الضغط عن S2، وكذلك يكتمل مسار التيار للملف Y1، فيتغير وضع التشغيل للصمام 2 من الوضع المركزى (المكتوب عليه رموز الفتحات) إلى وضع التشغيل الأيسر المجاور للملف Y1، فتفتح المسارات $P \rightarrow A, B \rightarrow T$، فتتقدم الأسطوانة 1 للأمام وأثناء تقدم الأسطوانة يمكن إيقافها عند أى نقطة فى شوط الذهاب، وذلك بالضغط على الضاغط S1 فتفتح الريشة 2 - 1 / S1، فينقطع مسار التيار عن بوبينة K1، وتباعاً ينقطع مسار التيار عن Y1 ويعود الصمام لوضعه المركزى بفعل ياى الإرجاع الأيمن.

وعند الضغط على الضاغط S3 تغلق الريشة 4 - 3 / S3، ويكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K2، فتغلق الريشة K2/13-14، 2 - 1 / K2، فيحدث إمساك ذاتى لمسار التيار لهذه البوبينة حتى بعد إزالة الضغط على S2، وتباعاً يكتمل مسار التيار للبوبينة Y2، فيتغير وضع التشغيل للصمام 2 من الوضع المركزى للوضع الأيمن المجاور للملف Y2 فتفتح المسارات $A \rightarrow T, P \rightarrow B$، فتتراجع الأسطوانة 1 للخلف، ويمكن إيقاف الأسطوانة فى أى وضع فى شوط العودة بالضغط على الضاغط S1.

ملاحظة:

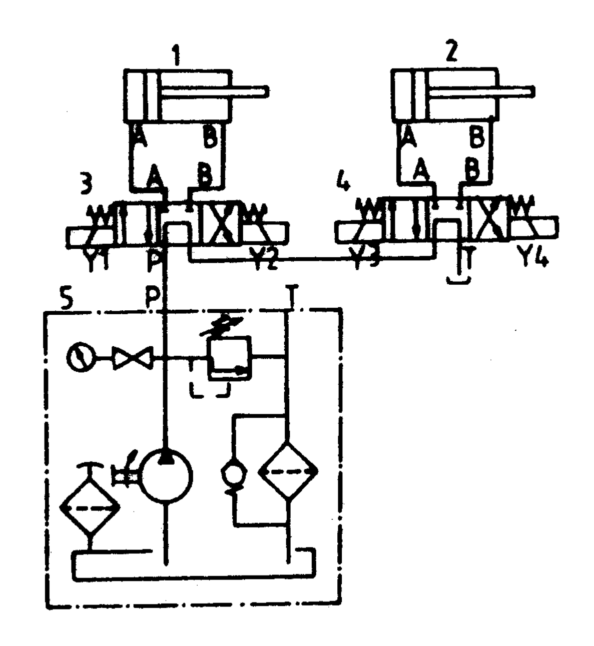
يوجد ربط كهربى بين الكونتاكتور K2 , K1 لمنع تشغيل الكونتاكتورين فى آن واحد معاً، ويتم ذلك بوضع ريشة مغلقة من K1 فى مسار بوبينة K2 والعكس بالعكس.

٤ / ١ / ٣ - التحكم فى أسطوانتين يعملان على التوالى أو التوازى:

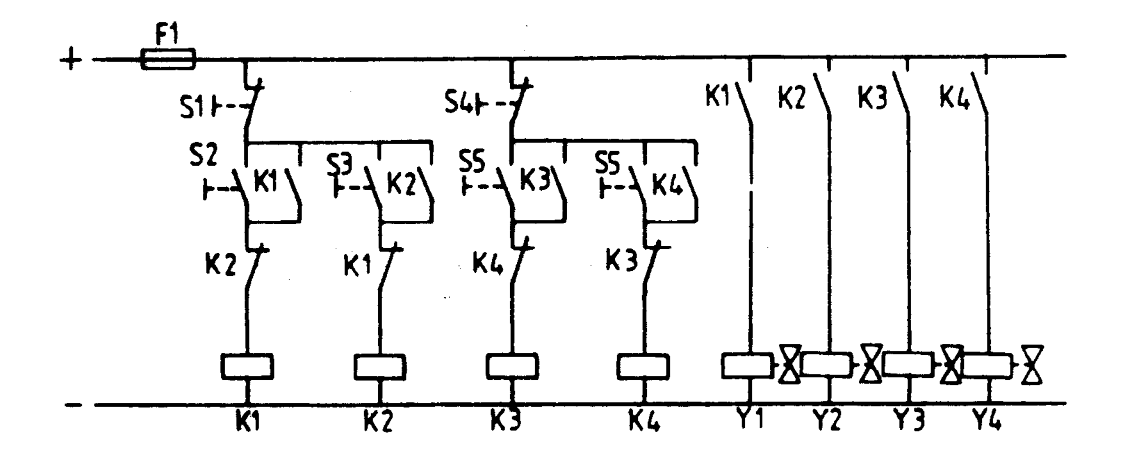
معظم الآلات العاملة بالنظم الهيدروليكية وتحتوى على أسطوانتين أو أكثر، بينما تحتوى هذه الآلات على وحدة قدرة هيدروليكية واحدة، ونتيجة لذلك يقع المصمم فى حيرة من أمره هل يوصل صمامات التحكم لهذه الأسطوانات على التوالى أم على التوازى؟

وللخروج من هذه الحيرة يجب أولاً التعرف على خواص كل من توصيل التوالى وتوصيل التوازى.

والشكل (٤ - ٦) يعرض دائرة هيدروليكية ودائرة التحكم الكهربى للتحكم فى الأسطوانتين 2 , 1 بتوصيل صمامات التحكم على التوالى.



الدائرة الهيدروليكية



شكل (٤ - ٦)

محتويات الدائرة الهيدروليكية:

أسطوانة ثنائية الفعل	1 , 2
صمام 4/3 بملفين ويايين	3 , 4
وحدة القدرة الهيدروليكية	5

محتويات دائرة التحكم الكهربية:

ضاغط إيقاف الأسطوانة 1	S1
ضغط الذهاب للأسطوانة 1	S2
ضاغط العودة للأسطوانة 1	S3
ضاغط إيقاف الأسطوانة 2	S4
ضاغط الذهاب للأسطوانة 2	S5
ضاغط العودة للأسطوانة 2	S6
كونتاكتورات كهربية	K1 ... K4
ملفات الصمامات 4 , 3	Y1 ... Y4

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1، وتباعاً يعمل Y1، فتتقدم الأسطوانة 1 للأمام ويمكن إيقاف الأسطوانة 1 بالضغط على S1، وكذلك عند الضغط على الضاغط S3 يعمل K2، وتباعاً يعمل Y2، فتتراجع الأسطوانة 2 للخلف، وعند الضغط على الضاغط S2 يعمل K3، وتباعاً يعمل Y3، فتتقدم الأسطوانة 2 للأمام، وعند الضغط على S4 تتوقف الأسطوانة 2، وعند الضغط على الضاغط S6 يعمل K4، وتباعاً يعمل Y4، وتتراجع الأسطوانة 2 للخلف.

ملاحظات:

١ – دائرة التحكم الكهربية مصممة على أنه لا يمكن عكس حركة الأسطوانات إلا بعد إيقافها أولاً بواسطة ضواغط الإيقاف.

٢ – فى التوصيل المتتالى يقسم الضغط الخارج من المضخة على الأسطوانتين، وشرط عمل الأسطوانات تحقق الشرط التالى :

$$P.\ A1 > FL1 + FL2$$

حيث إن P هو ضغط التشغيل، A1 مساحة مكبس الأسطوانة 1، FL1 هو قوة حمل الأسطوانة 1، FL2 هو قوة حمل الأسطوانة 2.

٣ – النسبة بين سرعة الذهاب للأسطوانتين نحصل عليها من العلاقة التالية :

$$\frac{V1}{V2} = \frac{A3}{A2}$$

حيث إن V1 سرعة ذهاب الأسطوانة 1، V2 سرعة ذهاب الأسطوانة 2، A3 مساحة مكبس الأسطوانة 2، A2 المساحة الحلقية لمكبس الأسطوانة 1 .

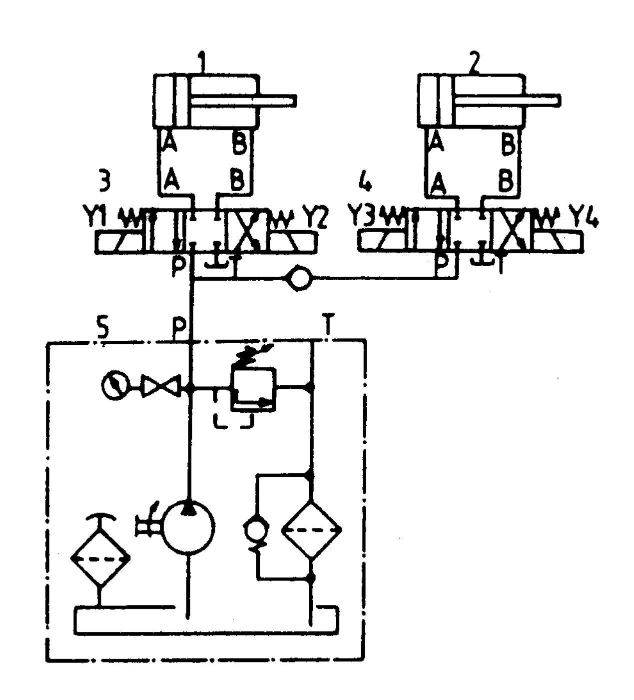
أما الشكل (٤ – ٧) فيعرض الدائرة الهيدروليكية للتحكم فى أسطوانتين ثنائيتى الفعل يتم التحكم فيها باستخدام صمامين 3 / 4 موصلين معاً على التوازى مع وحدة القدرة الهيدروليكية، علماً بأن دائرة التحكم الكهربية فى هذه الحالة لا تختلف عن المستخدمة فى الشكل (٤ – ٦) .

ملاحظات :

– عند تقسيم الصمامات على التوازى ينقسم تدفق المضخة على الأسطوانات، ففى الحالة التى نحن بصددها لتشغيل الأسطوانة 2 , 1 فى آن واحد يلزم تحقيق الشروط التالية :

١ – أن يكون تدفق المضخة كافٍ للحفاظ على ضغط التشغيل اللازم للأسطوانتين.

٢ – أن يكون حمل الأسطوانتين متساوٍ، فإذا لم يكن كذلك ستعمل الأسطوانة الأقل حملاً فى البداية ثم بعد وصولها لنهاية الشوط تعمل الأسطوانة الأكبر حملاً وهكذا.



شكل (٤ – ٧)

٤ / ٢ – الدوائر الهيدروليكية ذات الضغوط المختلفة :

فى الشكل (٤ – ٨) دائرة هيدروليكية للتحكم فى أسطوانة تلسكوبية تعمل عند ضغط تشغيل عند الذهاب يختلف عن ضغوط التشغيل عند العودة، وكذلك دائرة التحكم الكهربية.

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

أسطوانة تلسكوبية	1
صمام 4/3 سابق التحكم بملفين ويايين	2
صمام 4/3 مباشر بملفين ويايين	3
صمام تصريف ضغط مباشر	4 , 5
صمام تصريف ضغط سابق التحكم	6

وحدة القدرة الهيدروليكية	7

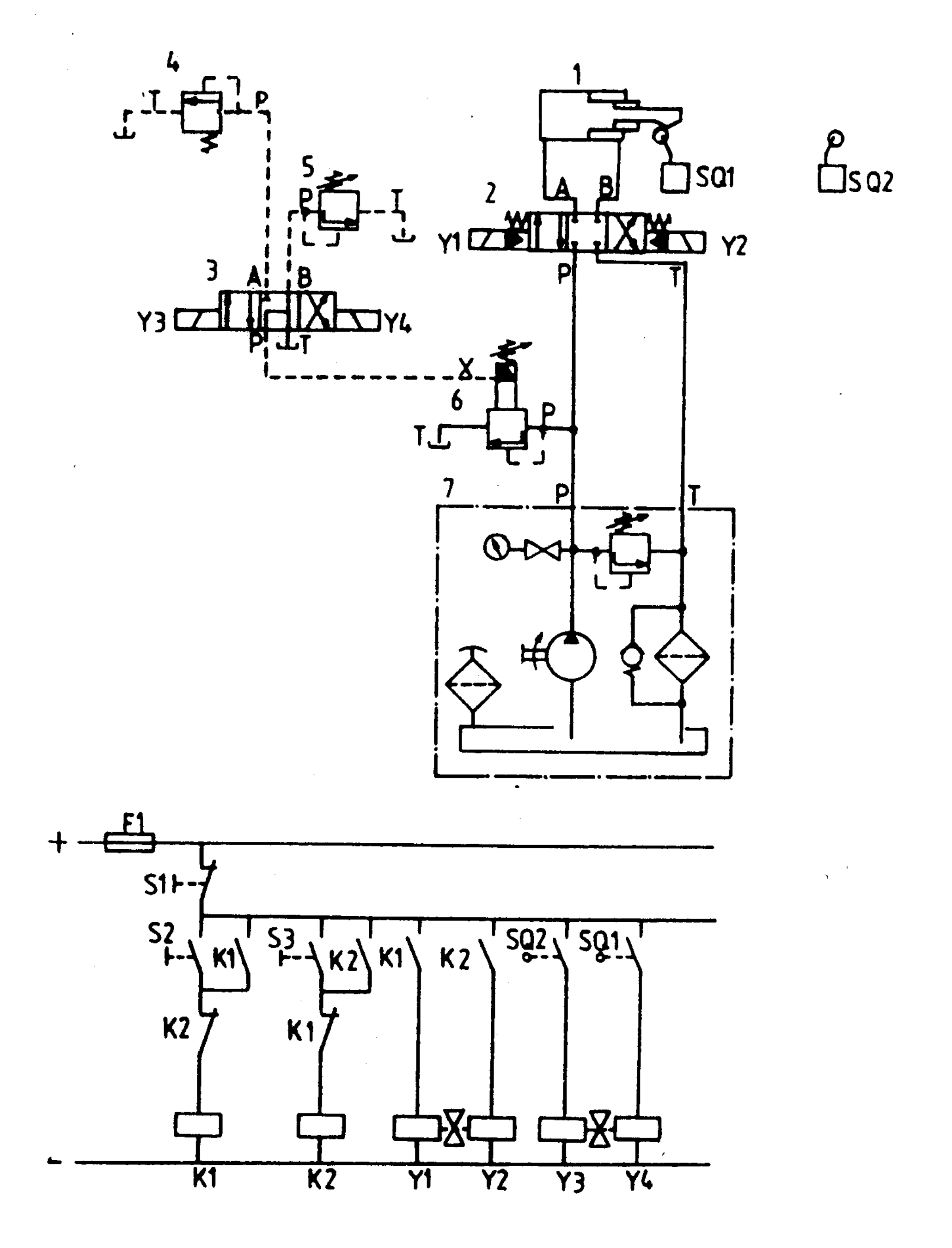
محتويات دائرة التحكم الكهربية:

مصهر حماية دائرة التحكم	F1
ضاغط إيقاف الأسطوانة	S1
ضاغط الذهاب	S2
ضاغط العودة	S3
كونتاكتورات كهربية	K1 , K2
نهاية مشوار العودة	SQ1
نهاية مشوار الذهاب	SQ2
ملفات الصمامات الهيدروليكية	Y1 , Y2 , Y3 , Y4

نظرية التشغيل:

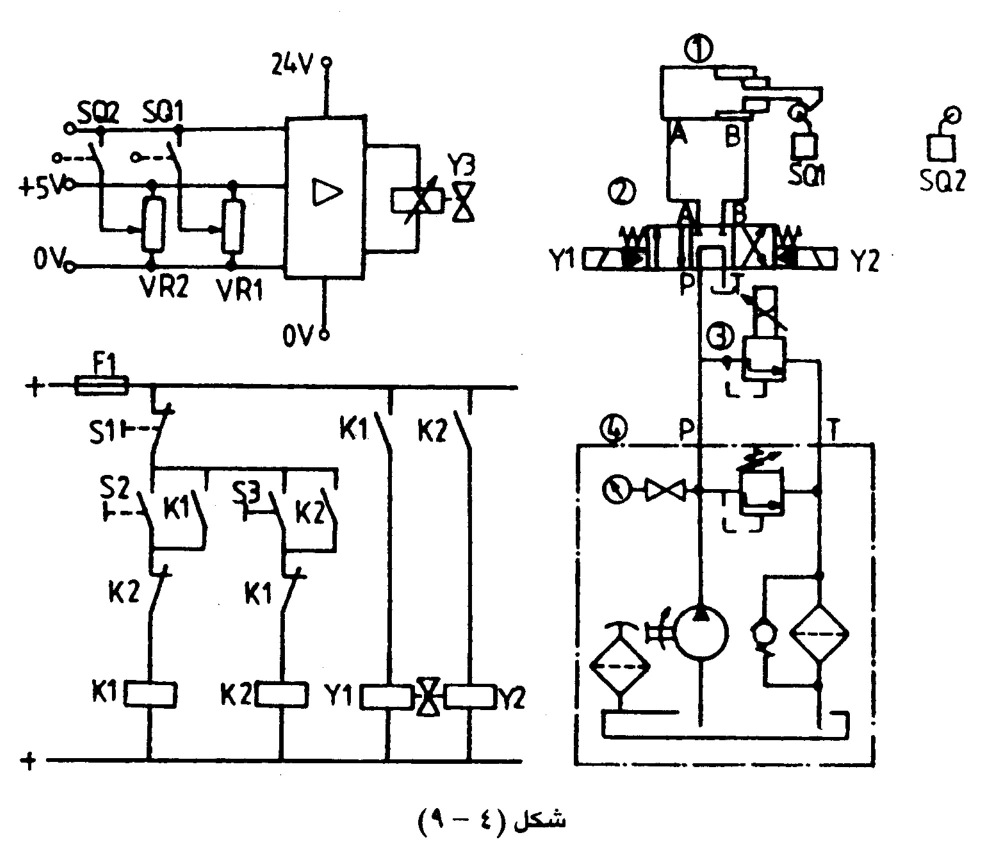
عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1، وتباعاً يعمل Y1، فتتقدم الأسطوانة 1 للأمام، وعند وصول الأسطوانة لنهاية المشوار SQ2، يعمل Y3، وبالتالى فإن وضع تشغيل الصمام 3 سيتغير من الوضع المركزى إلى الوضع الأيسر فتتصل وصلة التحكم X لصمام تصريف الضغط سابق التحكم 6 بصمام تصريف الضغط المباشر 4، ويقوم الأخير بتحديد ضغط الدائرة الهيدروليكية على القيمة المعاير عليها.

أما عند الضغط على الضاغط S3 يعمل K2، وتباعاً يعمل Y2، فتتراجع الأسطوانة 1 للخلف، وعند وصول الأسطوانة إلى نهاية المشوار SQ1 يعمل Y3، وتباعاً فإن الوصلة X للصمام 6 ستتصل بالصمام 5، والذى يحدد ضغط الدائرة الهيدروليكية عند العودة وهكذا، ويمكن إيقاف الوحدة بالضغط على الضاغط S1.


4
T
P
1
SQ1
SQ2
5
P
T
2
A
B
Y1
Y2
P
T
3
A
B
Y3
Y4
P
T
X
6
T
P
7
P
T
F1
+
S1
S2
K1
S3
K2
K1
K2
SQ2
SQ1
K2
K1
K1
K2
Y1
Y2
Y3
Y4

شكل (٤ – ٨)

ويمكن استبدال صمام تصريف الضغط سابق التحكم، والصمام الاتجاهى 3، وصمامات تصريف الضغط المباشر 5 , 4 باستخدام صمام تصريف ضغط تناسبى وهذا موضح بالشكل (٤ – ٩).



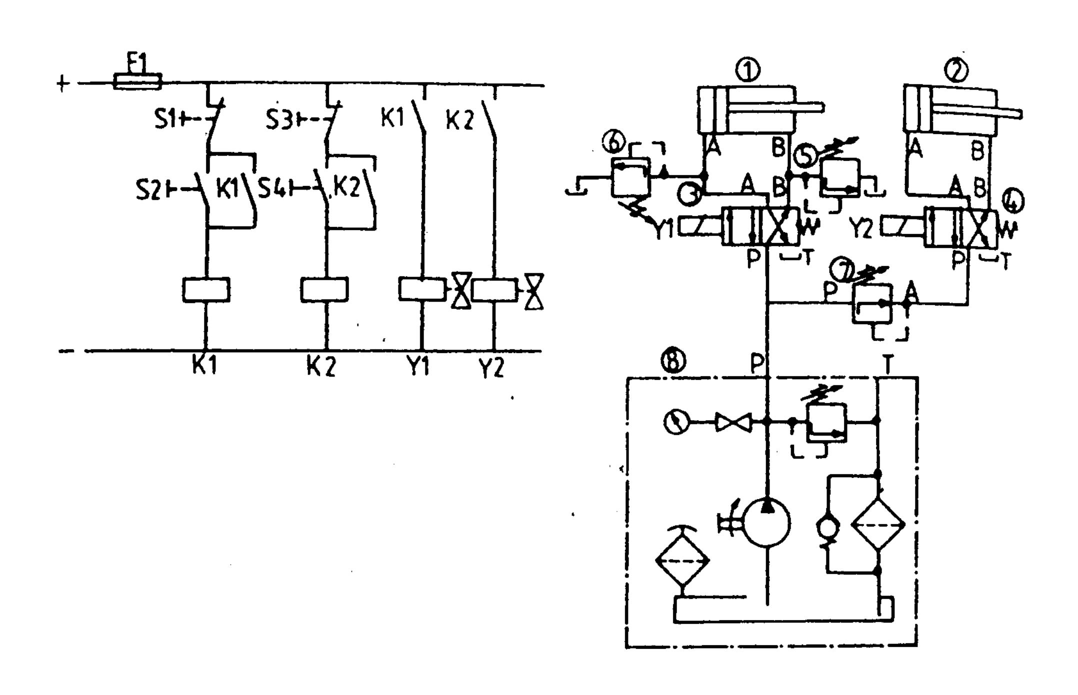
شكل (٤ – ٩)

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1، وتباعاً يعمل Y1، فتتقدم الأسطوانة 1، وعند الوصول لنهاية شوط الذهاب SQ2 تغلق الريشة المفتوحة له فيصل جهد الأساس VR2 للمكبر الإلكترونى، فيصبح الضغط المعاير عليه صمام تصريف الضغط التناسبى P2. وعند الضغط على الضاغط S3 يعمل K2، وتباعاً يعمل Y2، فتتراجع الأسطوانة 1، وعند الوصول لنهاية شوط العودة SQ1 تغلق الريشة المفتوحة له فيصل جهد الأساس VR1 للمكبر الإلكترونى، فيصبح الضغط المعاير عليه صمام

تصريف الضغط التناسبى P1، ويمكن إيقاف الأسطوانة فى شوط الذهاب أو العودة بواسطة الضاغط S1.

وفى الشكل (٤ - ١٠) دائرة هيدروليكية ودائرة تحكم كهربية للتحكم فى تشغيل الأسطوانتين 2 ,1 بحيث إن ضغط تشغيل الأسطوانة 1 عند الذهاب يحدد بالضغط المعاير عليه الصمام 5، وعند العودة يحدد بالضغط المعاير عليه الصمام 6، أما ضغط الذهاب والعودة للأسطوانة 2 فيحدد بالضغط المعاير عليه صمام تنظيم الضغط 7.



شكل (٤ - ١٠)

التعريف بضواغط التشغيل الكهربية :

ضاغط العـودة للأسطوانة 1 S1

ضاغط الذهاب للأسطوانة 1 S2

ضاغط العودة للأسطوانة 2	S3
ضاغط الذهاب للأسطوانة 2	S4

٤ / ٣ - طرق منع التقدم والتراجع الجبرى للأسطوانات :

عند استخدام صمام 4/3 بوضع مركزى مغلق الفتحات، يمكن إيقاف الأسطوانات فى أى نقطة بينية فى شوط الذهاب أو العودة (انظر الشكل ٤ - ٥)، ولكن يعاب على ذلك أنه إذا توقفت الأسطوانة لمدة طويلة عند أى نقطة بينية، فإن الأسطوانة يمكن أن تتراجع جبرياً أو تتقدم جبرياً تحت تأثير الأحمال الخارجية، ويعتمد ذلك على طبيعة الأحمال، وذلك نتيجة للتسرب الداخلى للصمامات الاتجاهية المنزلقة.

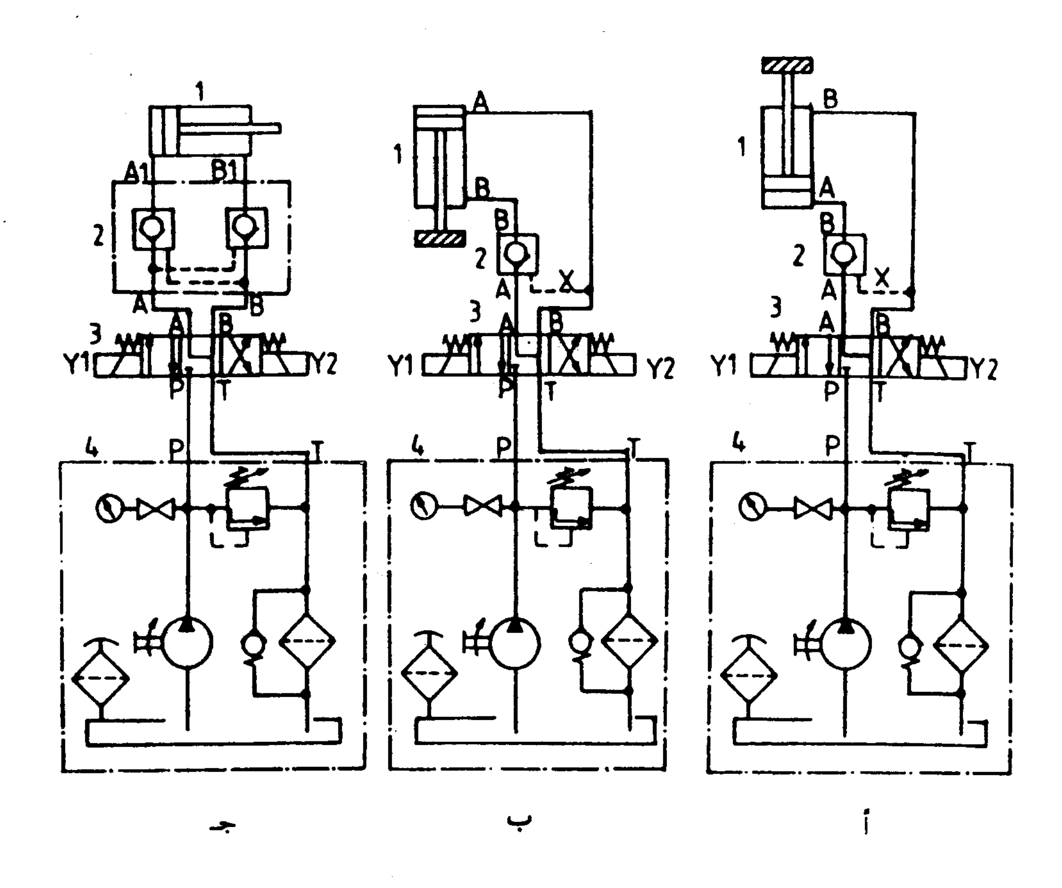
وفى الفقرات التالية نتناول الطرق المختلفة لمنع التقدم والتراجع الجبرى للأسطوانات.

٤ / ٣ / ١ - منع التراجع والتقدم الجبرى باستخدام الصمامات اللارجعية :

الشكل (٤ - ١١) يعرض ثلاث دوائر هيدروليكية للتحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل تدفع حمل خارجى لأعلى (الشكل أ) ولأسفل (الشكل ب) وغير محدد الاتجاه (الشكل ج)، ويلاحظ أنه استخدم صمام لارجعى بإشارة تحكم خارجية فى الشكل (أ)، والشكل (ب)، واستخدم صمام لا رجعى مزدوج فى الشكل (جـ).

ففى الشكل (أ) فإن الصمام اللارجعى 2 يمنع مرور الزيت الهيدروليكى فى المسار A → B إلا عند وصول إشارة ضغط لوصلة التحكم X، أى أن الأسطوانة 1 لن تتراجع للخلف إلا عند وصول تيار كهربى للملف Y2 للصمام 3.

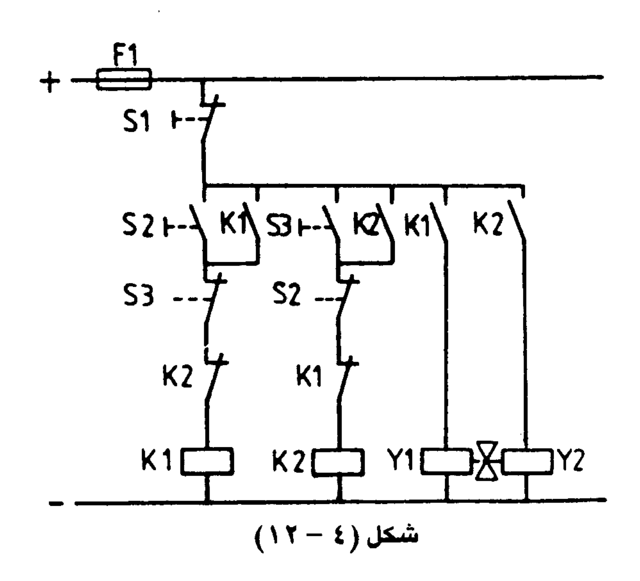
وفى الشكل (ب) فإن الصمام اللارجعى 2 يمنع مرور الزيت الهيدروليكى فى المسار A → B إلا عند وصول إشارة ضغط لوصلة التحكم X أى أن الأسطوانة 1 لن تتقدم للأمام ولأسفل إلا عند وصول تيار كهربى للملف Y2 للصمام 3.



شكل (٤ – ١١)

وفى الشكل (جـ) فإن الصمام اللارجعى المزدوج 2 يمنع تراجع الأسطوانة للخلف تحت تأثير الأحمال، وذلك لأن الصمام اللارجعى الأيسر يمنع مرور الزيت فى المسار B → A إلا عند وصول إشارة ضغط لوصلة التحكم له، وهذا لن يحدث إلا عندما يكون الصمام الاتجاهى 3 على الوضع الأيسر، وكذلك فإن الصمام اللارجعى المزدوج 2 يمنع تقدم الأسطوانة الجبرى تحت تأثير الأحمال وذلك لأن الصمام اللارجعى الأيمن يمنع مرور الزيت فى المسار B1→B إلا عند وصول إشارة ضغط لوصلة التحكم له، وهذا لن يحدث إلا عندما يكون الصمام الاتجاهى 3 على الوضع الأيمن.

والشكل (٤ – ١٢) يعرض دائرة التحكم الكهربية المستخدمة فى التحكم فى الدوائر الهيدروليكية الثلاثة المعروضة بالشكل (٤ – ١١).



شكل (٤ – ١٢)

التعريف بضواغط التشغيل :

ضاغط الإيقاف	S1
ضاغط الذهاب	S2
ضاغط العودة	S3

ملاحظة :

عادة تستخدم صمامات اتجاهية 4/3 بوضع مركزى عائم أى A,B → T للحصول على الأداء الأمثل للصمامات اللارجعية ذات وصلات التحكم الخارجية .

٤ / ٣ / ٢ – منع التراجع والتقدم الجبرى بصمامات معاكسة الوزن :

يتكون صمام معاكسة الوزن من صمام لارجعى موصل بالتوازى مع صمام تتابعى، بحيث إن اتجاه التدفق فى الصمام اللارجعى عكس اتجاه التدفق فى الصمام التتابعى . والشكل (٤ – ١٣) يعرض دائرتين هيدروليكيتين للتحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل تدفع حمل خارجى لأعلى الشكل (أ) ولأسفل الشكل (ب) مستخدما صمام معاكسة الوزن 2 لمنع التراجع الجبرى للأسطوانة بالشكل (أ) ولمنع التقدم الجبرى للأسطوانة بالشكل (ب) وعادة يضبط الصمام التتابعى لصمام

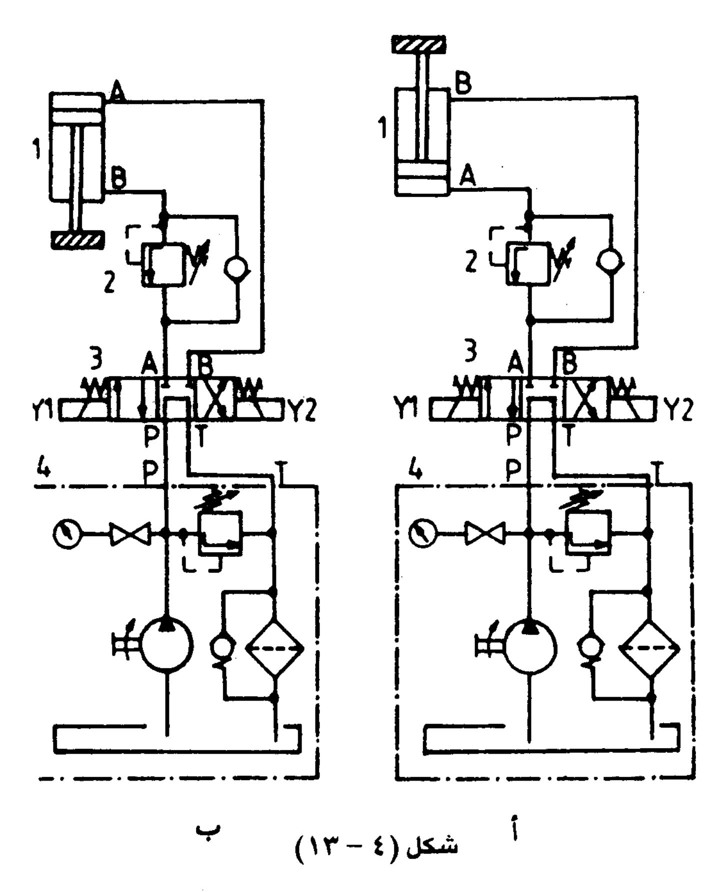
معاكسة الوزن عند ضغط أكبر من الضغط الناجم عن الوزن الخارجى وبذلك يمنع التراجع أو التقدم الجبرى للأسطوانة بفعل الأوزان الخارجية.

نظرية عمل الدائرة الهيدروليكية بالشكل(أ) :

عند وصول تيار كهربى للملف Y1 يمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة عبر المسار P→ A للصمام الاتجاهى 3، ثم عبر الصمام اللارجعى لصمام معاكسة الوزن 2 وصولا للفتحة A للأسطوانة، ويعود الزيت الراجع من الأسطوانة عبر المسار B→T للصمام 3 وصولا للخزان، وتتقدم الأسطوانة لأعلى، وعند انقطاع التيار الكهربى عن الملف Y1 يعود الصمام الاتجاهى 3 للوضع المركزى فتتوقف الأسطوانة عند آخر نقطة وصلت لها، ولا يمكن للأسطوانة أن تتراجع تحت تأثير الوزن الخارجى لأن الصمام التتابعى لصمام معاكسة الوزن يمنع مرور الزيت الهيدروليكى، أما عند وصول تيار كهربى للملف Y2 يمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة عبر المسار P→ B للصمام الاتجاهى 3، وصولاً للفتحة B للأسطوانة، بينما يعود الزيت الراجع من الأسطوانة بعد وصول ضغطه للضغط المعاير عليه الصمام التتابعى لصمام معاكسة الوزن 2 عبر الصمام التتابعى ثم عبر المسار A→T للصمام الاتجاهى 3 للخزان فتتراجع الأسطوانة للخلف.

نظرية عمل الدائرة الهيدروليكية بالشكل (ب) :

عند وصول تيار كهربى للملف Y1، يمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة عبر المسار P→A للصمام الاتجاهى 3، ثم عبر الصمام اللارجعى لصمام معاكسة الوزن 2 وصولا للفتحة B للأسطوانة، فتتراجع الأسطوانة لأعلى بينما يعود الراجع من الأسطوانة عبر المسار B→T للصمام الاتجاهى 3. وعند انقطاع التيار الكهربى عن Y1 تتوقف الأسطوانة عند آخر نقطة وصلت إليها. وعند وصول تيار كهربى للملف Y2 يمر الزيت المضغوط عبر المسار P→B للصمام الاتجاهى 3 وصولا للفتحة A للأسطوانة، ويعود الزيت الراجع من الأسطوانة عند وصول ضغطه للضغط المعاير عليه الصمام التتابعى لصمام معاكسة الوزن عبر الصمام التتابعى، ثم عبر المسار A→T للصمام الاتجاهى 3 وتتقدم الأسطوانة 1 لأسفل.

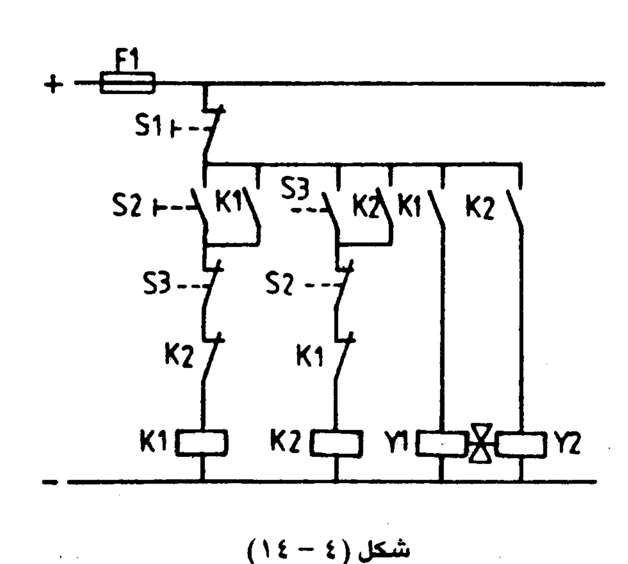


ب أ
شكل (٤ – ١٣)

والشكل (٤ – ١٤) يعرض دائرة التحكم الكهربية المستخدمة فى التحكم فى الدائرة الهيدروليكية المبينة بالشكل (٤ – ١٣أ)، أو الدائرة الهيدروليكية بالشكل (٤ – ١٣ب).

التعريف بضواغط التشغيل:

ضاغط الإيقاف	S1
ضاغط الذهاب	S2
ضاغط العودة	S3



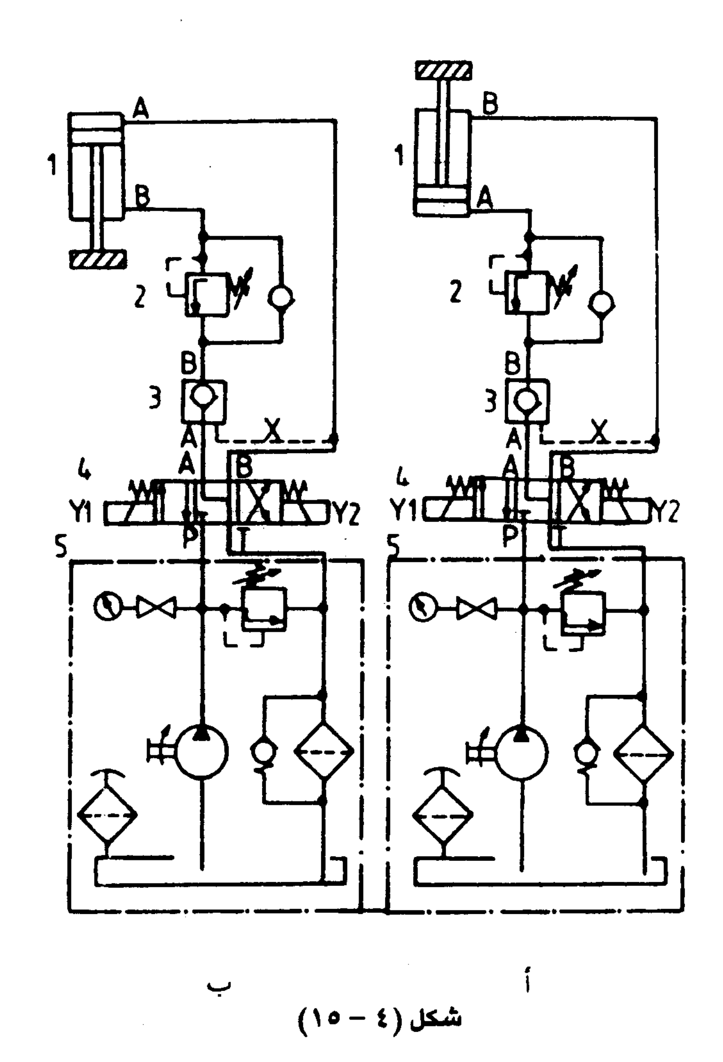
شكل (٤ - ١٤)

٤ / ٣ / ٣ - منع التراجع والتقدم الجبرى مستخدما صمامات معاكسة الوزن والصمامات اللارجعية :

يمكن دمج الطريقتين السابقتين معا للحصول على الوضع الأمثل لمنع التراجع والتقدم الجبرى للأسطوانات بفعل الأوزان الخارجية، فالشكل (٤ - ١٥) يعرض دائرتين هيدروليكيتين للتحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل تدفع حمل خارجى لأسفل (الشكل أ)، ولأعلى (الشكل ب) مستخدما صماماً لارجعياً بإشارة تحكم خارجية 3، وصمام معاكسة وزن 2 لمنع التراجع الجبرى للأسطوانة (بالشكل أ)، ولمنع التقدم الجبرى للأسطوانة (بالشكل ب).

ملاحظة :

يفضل استخدام الصمامات اللارجعية لمنع التقدم أو التراجع الجبرى للأسطوانات تحت تأثير الأحمال غير محددة القيمة. أما صمامات معاكسة الوزن فيفضل استخدامها لمنع التقدم أو التراجع الجبرى للأسطوانة تحت تأثير الأحمال المحددة القيمة.



ب أ

شكل (٤ – ١٥)

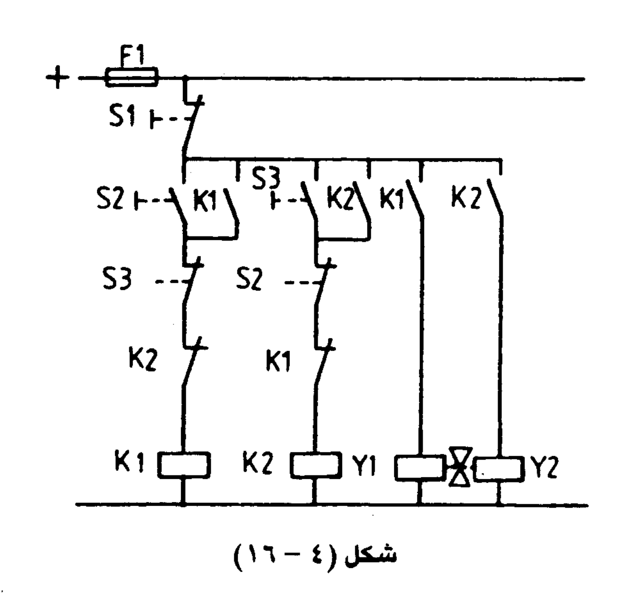
والشكل (٤ – ١٦) يعرض دائرة التحكم الكهربية المستخدمة فى التحكم فى الدوائر الهيدروليكية الموضحة بالشكل (٤ – ١٥) .

التعريف بضواغط التشغيل :

ضاغط الإيقاب S1

ضاغط الذهاب S2

ضاغط العودة S3



شكل (٤ – ١٦)

٤ / ٤ – التشغيل التتابعى للأسطوانات :

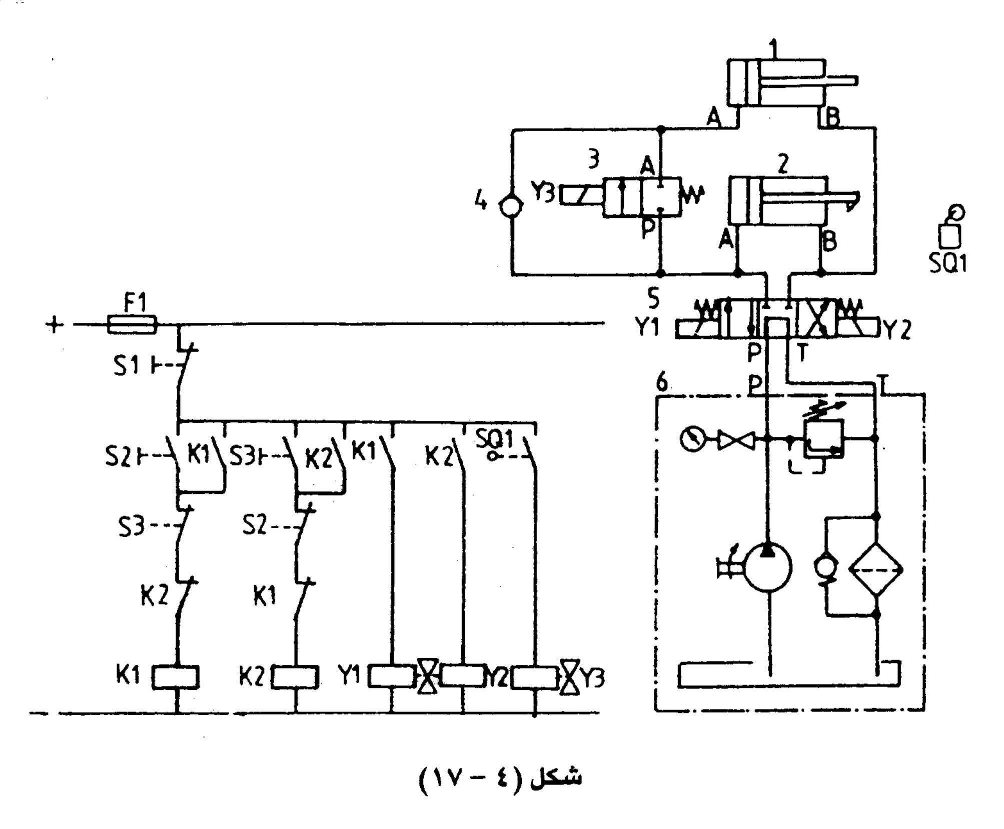
أحيانا يلزم الأمر تشغيل بعض الأسطوانات الهيدروليكية بالتتابع على سبيل المثال تقدم، أو تراجع أسطوانة قبل أخرى، **ويتم ذلك باستخدام إحدى الطريقتين الآتيتين :**

١ – التشغيل التتابعى المعتمد على الموضع.

٢ – التشغيل التتابعى المعتمد على الضغط.

٤ / ٤ / ١ – التشغيل التتابعى المعتمد على الموضع :

الشكل (٤ – ١٧) يعرض الدائرة الهيدروليكية ودائرة التحكم الكهربية لتشغيل الأسطوانتين 1,2 بالتتابع عند الذهاب باستخدام مفتاح نهاية المشوار SQ1 .



شكل (٤ - ١٧)

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1، وتباعاً يعمل Y1 فيتغير وضع التشغيل للصمام 5 من الوضع الأيسر فتتقدم الأسطوانة 2 للأمام، وعند وصولها لمفتاح نهاية المشوار SQ1 يعمل Y3، فيتغير وضع التشغيل للصمام 3 من الوضع الابتدائى الأيمن للوضع الأيسر فتتقدم الأسطوانة1 .

وعند الضغط على الضاغط S3 تغلق الريشة المفتوحة لهذا الضاغط، بينما تفتح الريشة المغلقة له، وبالتالى ينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1، ويكتمل مسار تيار بوبينة الكونتاكتور K2، وتباعاً يعمل Y2، فيتغير وضع التشغيل للصمام 5 من الوضع الأيسر للوضع الأيمن له، فتتراجع الأسطوانة 2 للخلف وفى نفس

اللحظة تتراجع الأسطوانة 1 للخلف؛ نتيجة لمرور الزيت المضغوط من خلف مكبس الأسطوانة 1 عبر الصمام اللارجعى 4.

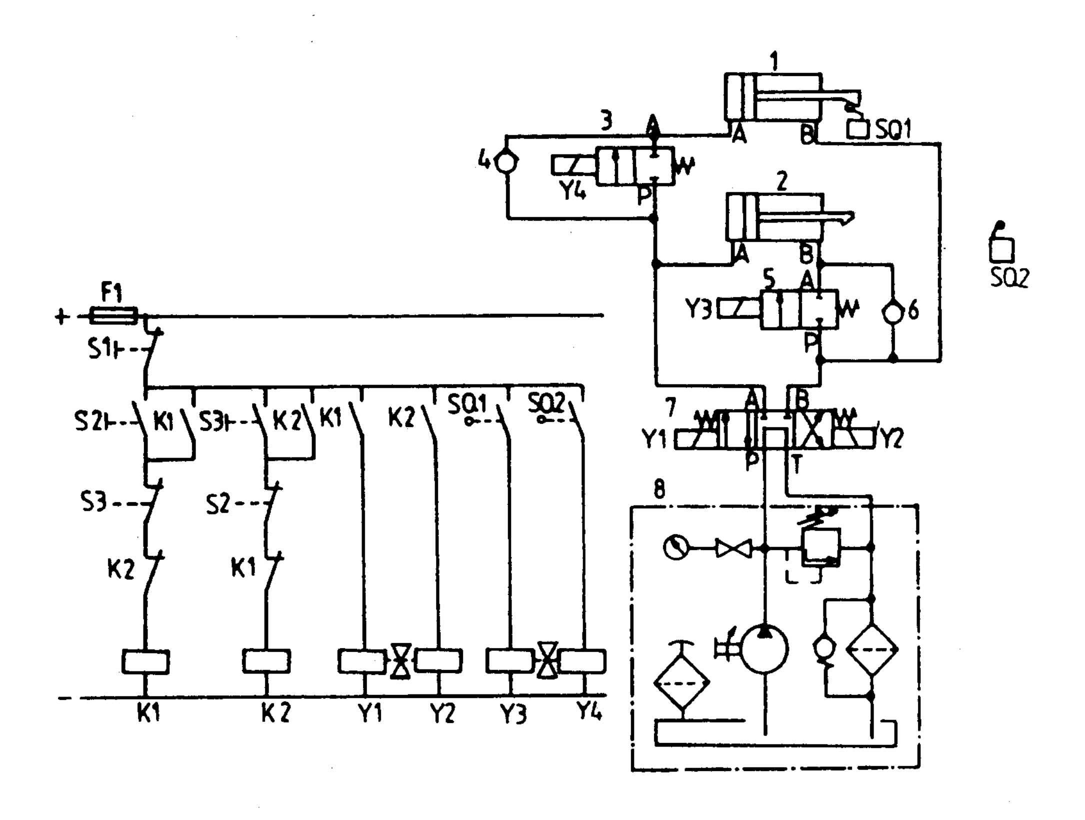
وفى الشكل (٤ – ١٨) الدائرة الهيدروليكية ودائرة التحكم الكهربية لتشغيل الأسطوانتين 1,2 بالتتابع عند الذهاب وعند العودة باستخدام مفاتيح نهاية المشوار الكهربية SQ1, SQ2.

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1، وتباعاً يعمل Y1، فيتغير وضع التشغيل للصمام 7 من الوضع المركزى للوضع الأيسر فتتقدم الأسطوانة 2 للأمام، وعند وصولها لمكان مفتاح نهاية المشوار SQ2 يعمل Y4، فيتغير وضع التشغيل للصمام 3 للوضع الأيسر فتتقدم الأسطوانة 1 هى الأخرى للأمام.

وعند الضغط على الضاغط S3 ينقطع التيار الكهربى عن K1، وتباعاً عن Y1، بينما يعمل Y2 فيتغير وضع التشغيل للصمام 7 من الوضع الأيسر للوضع الأيمن فتتراجع الأسطوانة 1 للخلف أولاً، وعند وصولها لمكان مفتاح نهاية المشوار SQ1 يعمل Y3، فيتغير وضع التشغيل للصمام 5 من الوضع الأيمن للوضع الأيسر فتتراجع الأسطوانة2 هى الأخرى للخلف.

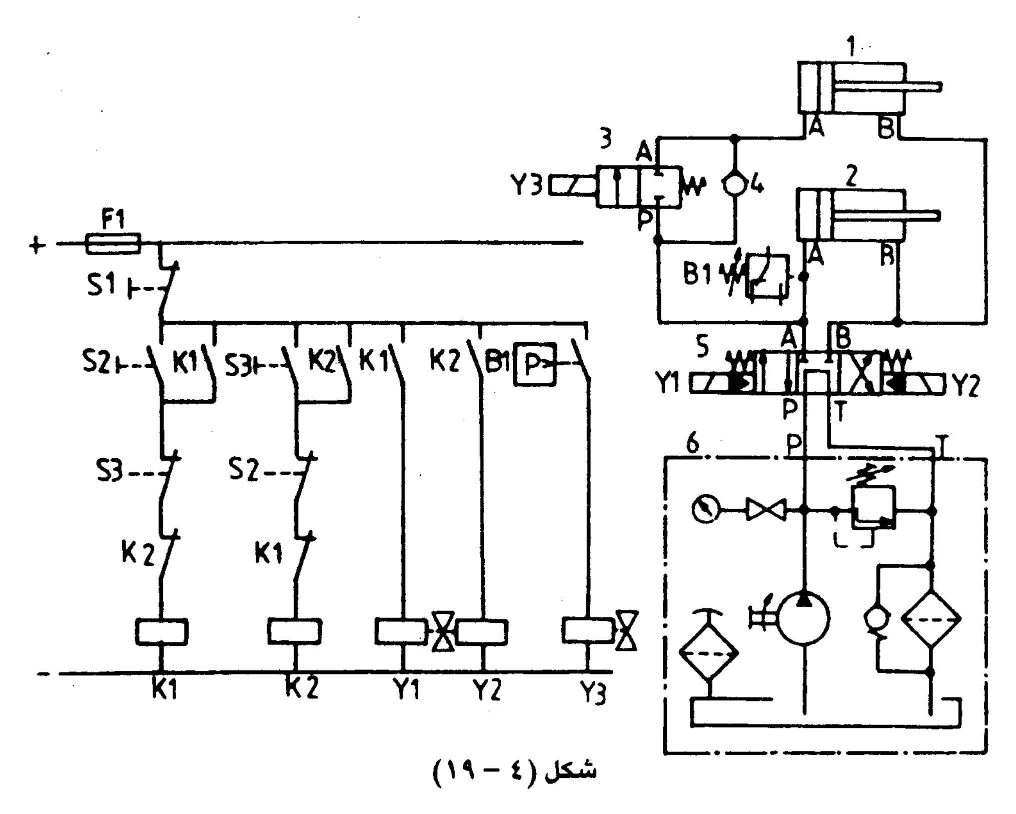
أى أنه عند التقدم تتقدم الأسطوانة 2 أولاً، ثم تتقدم الأسطوانة 1 بعد ذلك، وعند التراجع تتراجع الأسطوانة 1 أولاً ثم تتراجع الأسطوانة 2 بعد ذلك.



شكل (٤ – ١٨)

٤ / ٤ / ٢ – التشغيل التتابعي المعتمد على الضغط :

الشكل (٤ – ١٩) يعرض الدائرة الهيدروليكية ودائرة التحكم الكهربية لتشغيل الأسطوانتين 1,2 بالتتابع عند الذهاب باستخدام مفتاح الضغط B1.

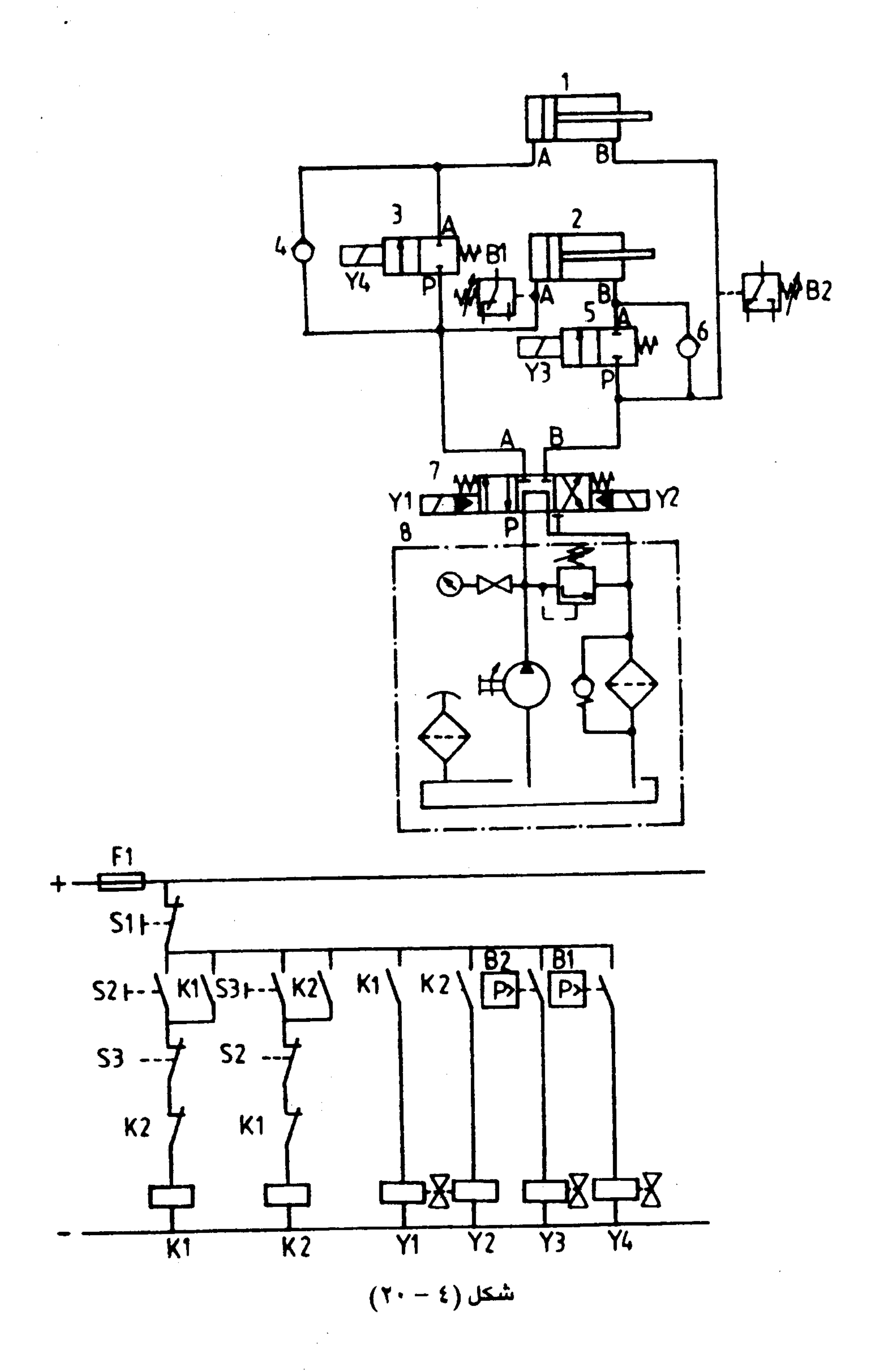


شكل (٤ - ١٩)

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغطS2 يعملK1 ، وتباعاً يعمل Y1، فيتغير وضع التشغيل للصمام5 من الوضع المركزى للوضع الأيسر فتتقدم الأسطوانة 2 للأمام ، وعند وصول الأسطوانة 2 لنهاية شوط الذهاب يزداد الضغط خلف مكبس الأسطوانة 2 وصولا للضغط المعاير عليه مفتاح الضغط B1 فتغلق ريش مفتاح الضغط المفتوحة فيعمل Y3، فيتغير وضع التشغيل للصمام 3 إلى الوضع الأيسر فتتقدم الأسطوانة 1 للأمام. وعند الضغط على الضاغط S3 ينقطع التيار الكهربى عن K1، وتباعاً عن Y1، بينما يكتمل مسار التيار الكهربى لبوبينة K2، فيتغير وضع التشغيل للصمام 5، من الوضع الأيسر إلى الوضع الأيمن فتتراجع الأسطوانتين 1,2 معا للخلف فى آن واحد.

والشكل (٤ - ٢٠) يعرض الدائرة الهيدروليكية ودائرة التحكم الكهربية لتشغيل الأسطوانتين 1,2 بالتتابع عند الذهاب والعودة باستخدام مفاتيح الضغط B1, B2


1
A
B
2
3
4
5
6
7
8
A
P
B1
Y4
A
B
A
P
Y3
B2
A
B
Y1
Y2
P
T
F1
+
S1
S2
K1
S3
K2
K1
K2
B2
B1
S3
S2
K2
K1
-
K1
K2
Y1
Y2
Y3
Y4

شكل (٤ – ٢٠)

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1، وتباعا يعمل Y1، فيتغير وضع التشغيل للصمام 7 من الوضع المركزى للوضع الأيسر فتتقدم الأسطوانة 2 للأمام، وعند الوصول لنهاية شوط الذهاب يزداد الضغط خلف مكبس الأسطوانة 2 فيعمل مفتاح الضغط B1 على غلق ريشته المفتوحة فيعمل الملف Y4، فيتغير وضع التشغيل للصمام 3 للوضع الأيسر فتتقدم الأسطوانة 1 هى الأخرى للأمام.

وعند الضغط على الضاغط S3 تغلق الريشة المفتوحة للضاغط، بينما تفتح الريشة المغلقة له فينقطع مسار التيار للبوبينة K1، بينما يكتمل مسار تيار بوبينة الكونتاكتور K2، وتباعًا يعمل Y2، فيتغير وضع التشغيل للصمام 7 للوضع الأيمن فتتراجع الأسطوانة 1 أولاً وعند وصولها لنهاية شوط العودة يزداد الضغط أمام مكبس الأسطوانة فيعمل مفتاح الضغط B2 على غلق ريشته المفتوحة فيعمل Y3، ويتغير وضع التشغيل للصمام 5 للوضع الأيسر فتتراجع الأسطوانة 2 للخلف هى الأخرى بعد ذلك.

ويمكن إيقاف الأسطوانتين عند أى لحظة بالضغط على الضاغط S1.

٤ / ٥ - طرق تقليل سرعة الأسطوانات:

يمكن تقليل سرعة الأسطوانات الهيدروليكية وذلك إما فى شوط الذهاب أو شوط العودة باستخدام:

١ - صمامات خانقة قابلة للمعايرة.

٢ - صمامات لارجعية خانقة قابلة للمعايرة.

علمًا بأنه يوجد ثلاثة طرق لتقليل سرعة الأسطوانات فى شوط الذهاب أو العودة وهى:

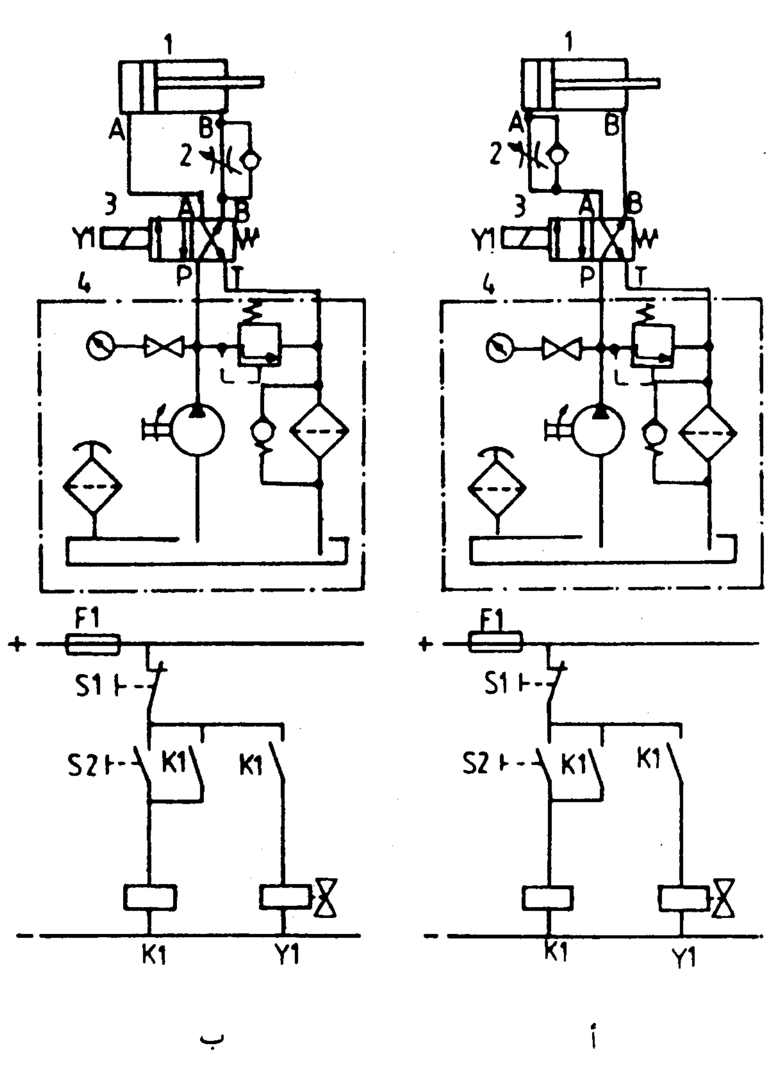
١ - خنق تدفق الزيت الداخل.

٢ - خنق تدفق الزيت الراجع.

٣ – خنق تدفق زيت المصدر.

٤ / ٥ / ١ – خنق تدفق الزيت الداخل:

الشكل (٤ – ٢١) يعرض الدوائر الهيدروليكية ودوائر التحكم الكهربية لتقليل سرعة أسطوانة عند الذهاب بخنق تدفق الزيت الداخل (الشكل أ)، ولتقليل سرعة أسطوانة عند العودة بخنق تدفق الزيت الداخل (الشكل ب).



شكل (٤ – ٢١)

نظرية تشغيل الشكل (أ):

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1، وتباعًا يعمل Y1، فيتغير وضع التشغيل للصمام 3 من الوضع الابتدائى للوضع الثانوى الأيسر، فيمر الزيت الهيدروليكى من وحدة القدرة عبر المسار P → A للصمام 3 ثم عبر الصمام الخانق للصمام اللارجعى الخانق 2 وصولاً للفتحة A للأسطوانة، بينما يعود الزيت الراجع من الفتحة B للأسطوانة عبر المسار A → T للصمام 3 وصولاً للخزان، وتتقدم الأسطوانة ببطء. وعند الضغط على الضاغط S1 ينقطع التيار الكهربى عنK1 وتباعًا عن Y1، ويعود الصمام 3 لوضع التشغيل الابتدائى الأيمن له فيمر الزيت الهيدروليكى من وحدة القدرة 4 عبر المسار P → B للصمام 3 وصولاً للفتحة B للأسطوانة، بينما يمر الزيت الراجع من الأسطوانة من الفتحة A عبر الصمام اللارجعى للصمام اللارجعى الخانق 2 ثم عبر المسار A → T للصمام 3 وصولاً للخزان فتتراجع الأسطوانة للخلف بالسرعة المعتادة.

نظرية تشغيل الشكل (ب):

لا تختلف نظرية تشغيل الشكل (ب) عن نظرية تشغيل الشكل (أ) عدا أنه عند تقدم الأسطوانة يمر الزيت الهيدروليكى الراجع من الأسطوانة عبر الصمام اللارجعى الخانق 2، وبذلك تتقدم الأسطوانة بالسرعة المعتادة، أما عند تراجع الأسطوانة يمر الزيت الهيدروليكى الداخل للأسطوانة عبر الصمام الخانق للصمام اللارجعى الخانق 2، وبذلك تتراجع الأسطوانة ببطء.

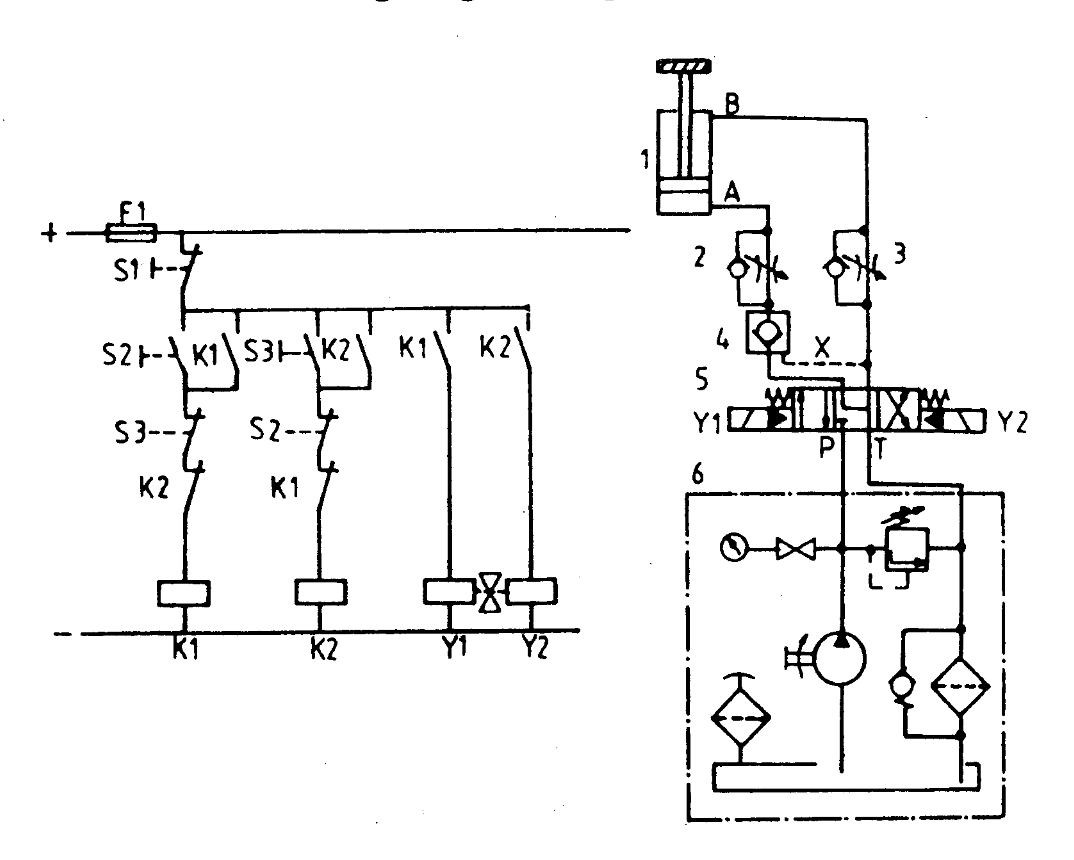
ملاحظة:

الفرق بين الشكل (أ) والشكل (ب) هو وضع الصمام اللارجعى الخانق القابل للمعايرة.. ففى الشكل (أ) يكون فى الجانب الأيسر، وفى الشكل (ب) يكون فى الجانب الأيمن. وفى الشكل (٤ - ٢٢) دائرة هيدروليكية ودائرة تحكم كهربية لتقليل سرعة أسطوانة ثنائية الفعل محملة بحمل خارجى فى شوطى الذهاب والعودة بخنق تدفق الزيت الداخل.

فكرة عن الدائرة الهيدروليكية:

١ - سرعة الذهاب يتم التحكم فيها بواسطة الصمام اللارجعى الخانق القابل للمعايرة 2، أما سرعة العودة فيتم التحكم فيها بواسطة الصمام اللارجعى الخانق القابل للمعايرة 3.

٢ - يستخدم الصمام اللارجعى ذو وصلة التحكم لمنع التراجع الجبرى للأسطوانة عند توقفها لمدة طويلة فى وضع خلاف وضع التراجع التام.



شكل (٤ - ٢٢)

التعريف بضواغط التشغيل:

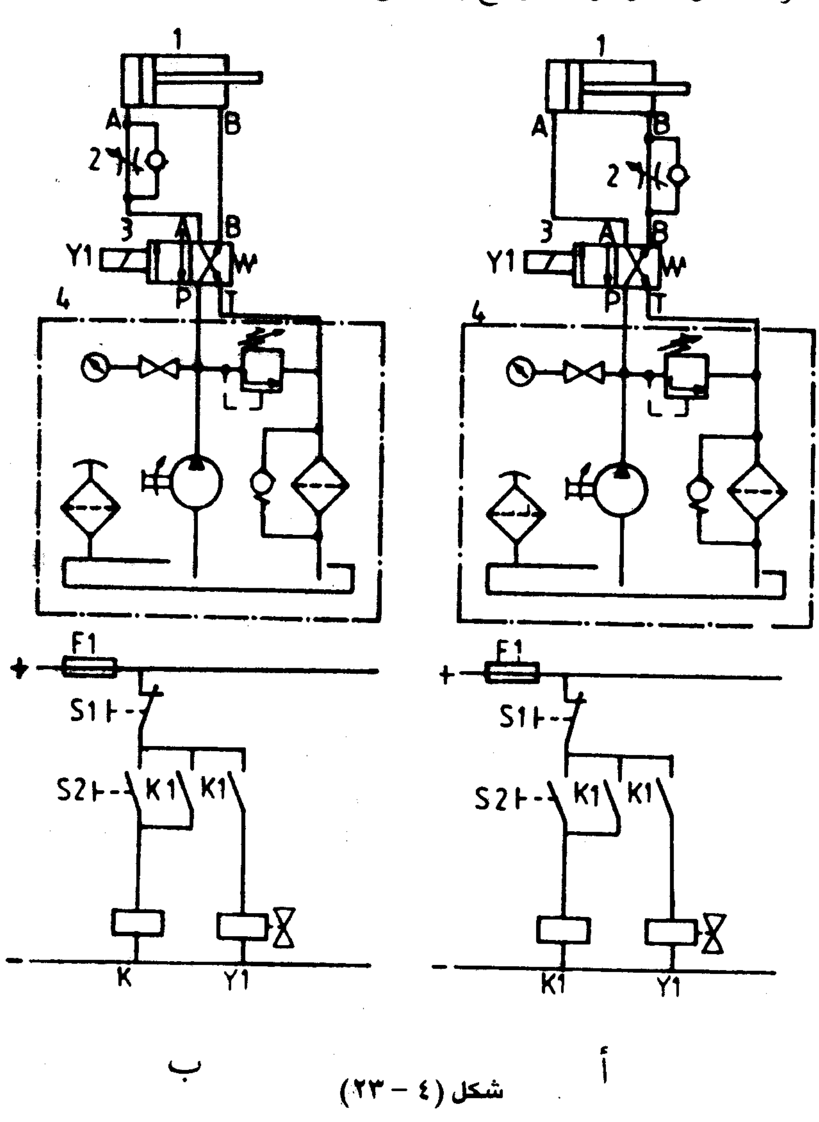
ضاغط إيقاف الأسطوانة	S1

ضاغط الذهاب S2

ضاغط العودة S3

٤ / ٥ / ٢ - خنق تدفق الزيت الراجع :

الشكل (٤ – ٢٣) يعرض الدوائر الهيدروليكية ودوائر التحكم الكهربية لتقليل سرعة أسطوانة ثنائية الفعل عند الذهاب بخنق تدفق الزيت الراجع (الشكل أ)، وعند العودة بخنق تدفق الزيت الراجع (الشكل ب).



ب أ

شكل (٤ – ٢٣)

نظرية تشغيل الشكل (أ) :

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1، وتباعًا يعمل Y1، فيتغير وضع التشغيل للصمام 3 للوضع الأيسر، فيمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة عبر المسار P → A للصمام 3 وصولاً للفتحة A للأسطوانة، بينما يمر الزيت الراجع عبر الصمام الخانق للصمام الخانق اللارجعى القابل للمعايرة 2، ثم بعد ذلك فى المسار B→T للصمام 3 وصولاً للخزان فتتقدم الأسطوانة ببطء. وعند الضغط على الضاغطS1 ينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1، وتباعًا ينقطع التيار الكهربائى عن Y1، ويعود الصمام 3 لوضعه الابتدائى الأيمن فيمر الزيت المضغوط عبر المسار P → B ثم عبر الصمام اللارجعى للصمام الخانق اللارجعى القابل للمعايرة 2 وصولاً للفتحة B للأسطوانة، ويعود الزيت الراجع من الأسطوانة عبر المسار A → T للصمام 3 وتتراجع الأسطوانة للخلف بالسرعة المعتادة.

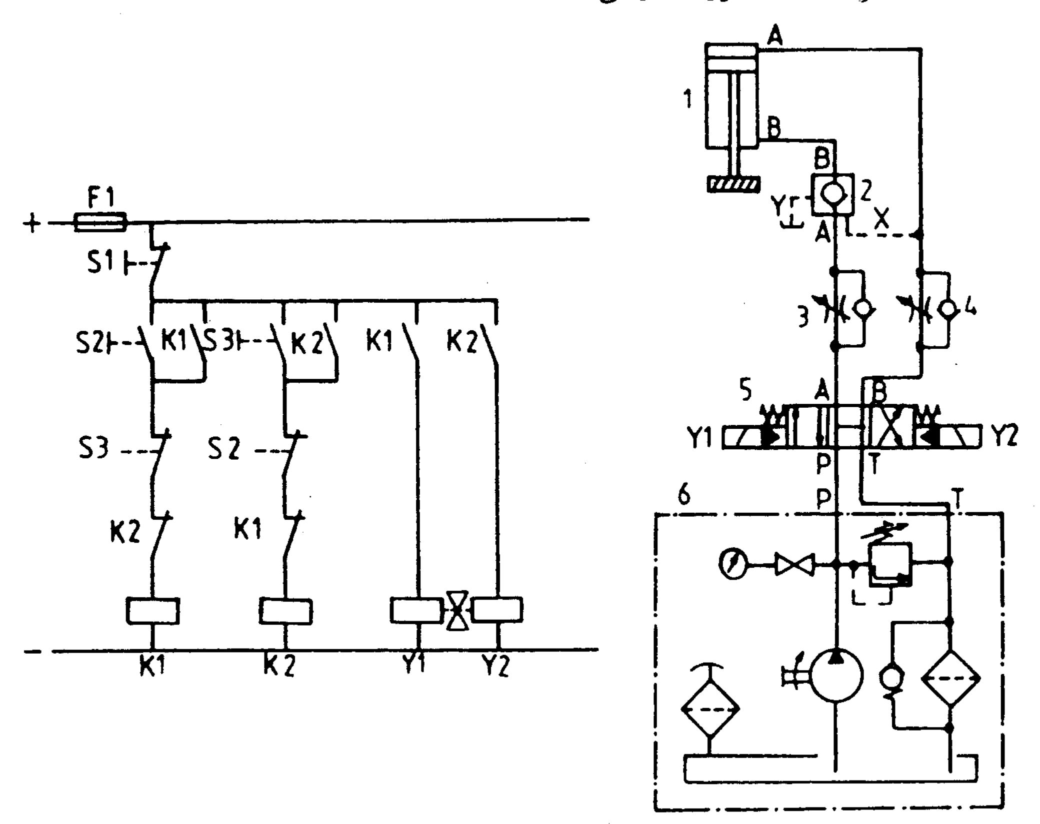
نظرية تشغيل الشكل (ب) :

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1، وتباعًا يعمل Y1، فيتغير وضع التشغيل للصمام 3 للوضع الأيسر، فيمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة عبر المسار P → A للصمام 3 ثم عبر الصمام اللارجعى للصمام الخانق اللارجعى القابل للمعايرة 2 وصولاً للفتحة A للأسطوانة، بينما يعود الزيت الراجع من الأسطوانة من الفتحة B عبر المسار B→T للصمام 3، وتتقدم الأسطوانة بالسرعة المعتادة. وعند الضغط على الضاغطS1 ينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1، وتباعًا ينقطع التيار الكهربى عن Y1، ويعود الصمام 3 لوضعه الابتدائى الأيمن، فيمر الزيت المضغوط عبر المسار P → B للصمام 3 وصولاً للفتحة B للأسطوانة، ويعود الزيت الراجع من الأسطوانة من الفتحة A عبر الصمام الخانق للصمام الخانق القابل للمعايرة 2، ثم عبر المسار A → T للصمام 3 وصولاً للخزان فتتراجع الأسطوانة للخلف بسرعة بطيئة.

ملاحظة :

الفرق بين الشكل (أ) والشكل (ب) هو وضع الصمام اللارجعى الخانق القابل للمعايرة. ففى الشكل (أ) يكون على الجانب الأيمن، وفى الشكل (ب) يكون على الجانب الأيسر، وفى الشكل (٤ - ٢٤) دائرة هيدروليكية لتقليل سرعة

أسطوانة ثنائية الفعل فى شوطى الذهاب والعودة بخنق تدفق الزيت الراجع، علماً بأن الأسطوانة محملة بوزن خارجى.



شكل (٤ – ٢٤)

فكرة عن الدائرة الهيدروليكية:

١ – سرعة الذهاب يتم التحكم فيها بواسطة الصمام اللارجعى الخانق القابل للمعايرة 3، وأما سرعة العودة فيتم التحكم فيها بواسطة الصمام اللارجعى الخانق القابل للمعايرة 4.

٢ – لمنع التقدم الجبرى للأسطوانة تحت تأثير الثقل الخارجى يستخدم صمام لارجعى بوصلة تحكم خارجية وبوصلة تصريف، وسبب اختيار هذا النوع بدلاً من الصمام اللارجعى ذى وصلة التحكم الخارجية هو وجود ضغط مرتفع عند الفتحة A له نتيجة لوجود الصمام اللارجعى القابل للمعايرة 3.

التعريف بضواغط التشغيل :

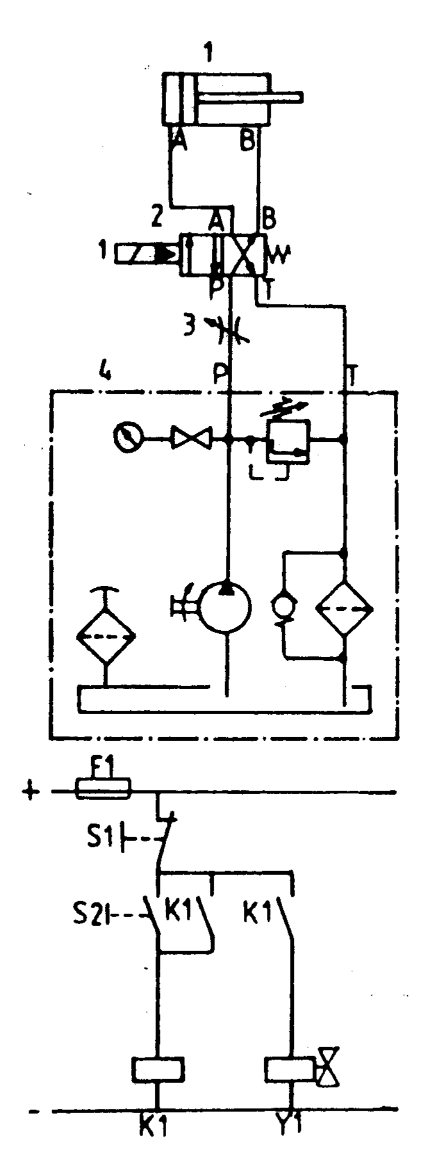
ضاغط الإيقاف	S1
ضاغط الذهاب	S2
ضاغط العودة	S3

٤ / ٥ / ٣ - خنق تدفق زيت المصدر :

الشكل (٤ – ٢٥) يعرض دائرة هيدروليكية ودائرة تحكم كهربية لتقليل سرعة الأسطوانة فى اتجاهى الذهاب والعودة بخنق تدفق زيت المصدر . وتستخدم هذه الطريقة عندما لا يلزم الأمر ضبط سرعة الذهاب وضبط سرعة العودة كل على حدة .

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1، وتباعًا يعمل Y1، ويتغير وضع التشغيل للصمام 2 للوضع الأيسر، فيمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 4 عبر الصمام الخانق القابل للمعايرة 3، ثم عبر المسار P → A وصولاً للفتحة A للأسطوانة ويعود الزيت الراجع من الفتحة B عبر المسار B→T، وتتقدم الأسطوانة بسرعة بطيئة . وعند الضغط على الضاغط S1 ينقطع التيار الكهربائى عن K1، وتباعًا عن Y1 ويعود وضع التشغيل للصمام 2 للوضع الابتدائى الأيمن، فيمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 4 عبر الصمام الخانق القابل للمعايرة

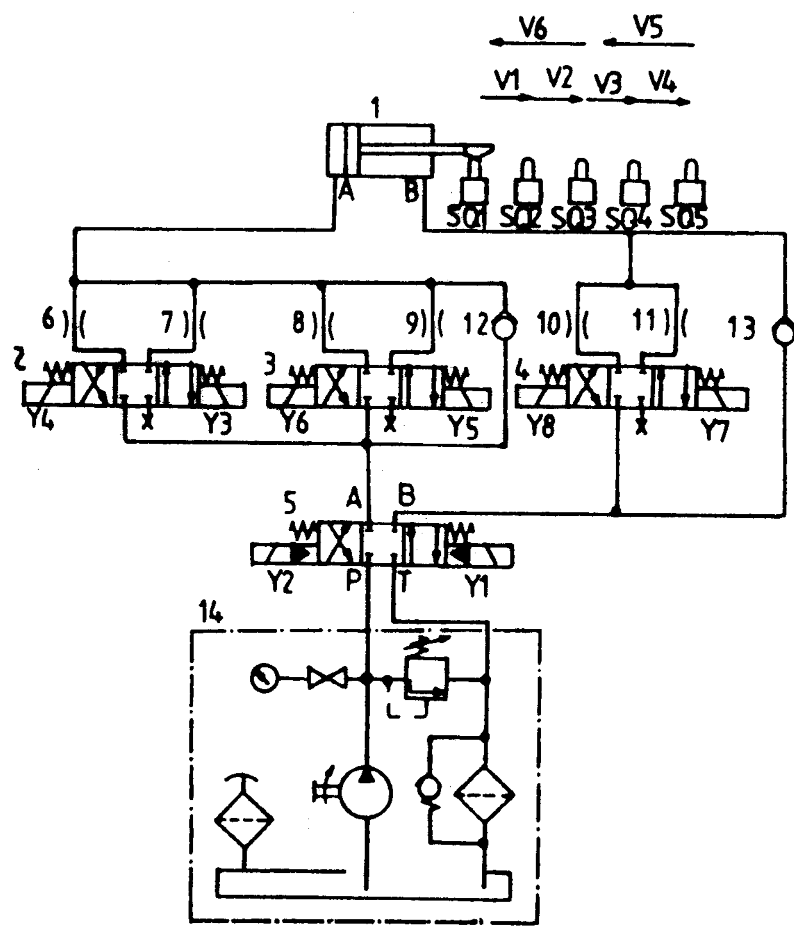


شكل (٤ – ٢٥)

3، ثم عبر المسار P → B وصولاً للفتحة B للأسطوانة، ويعود الزيت الراجع من الفتحة A عبر المسار A → T، وتتراجع الأسطوانة بسرعة بطيئة.

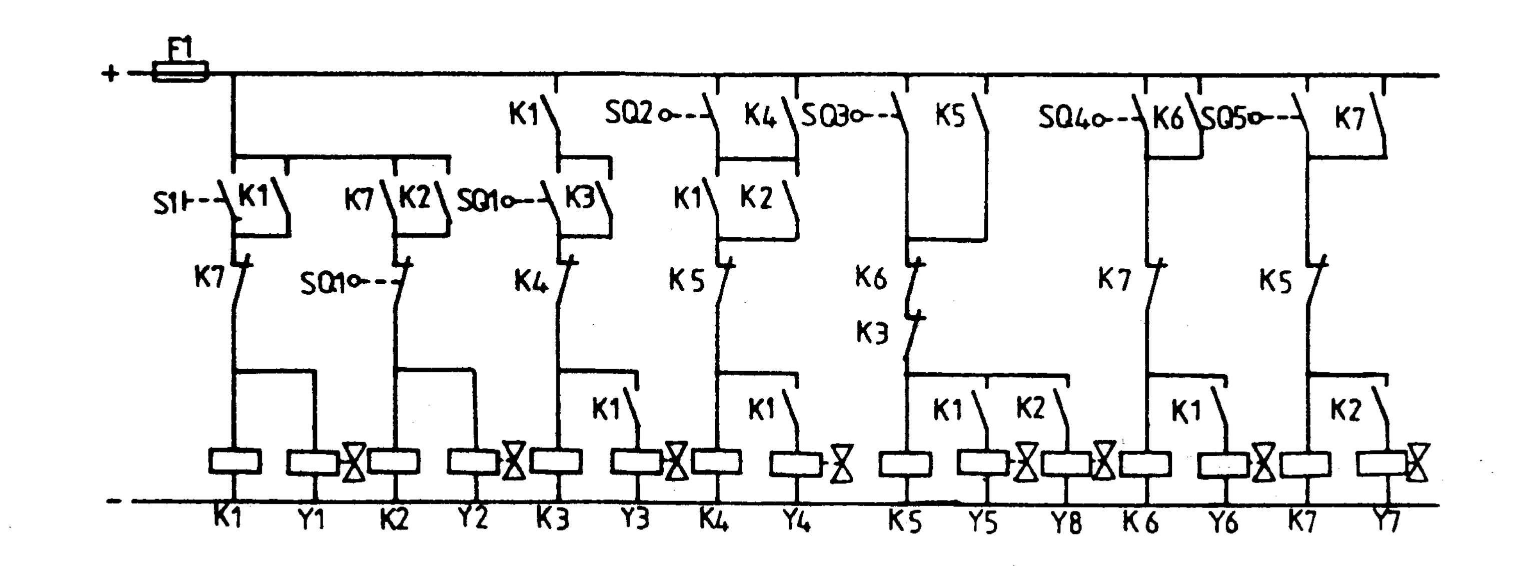
٤ / ٥ / ٤ - تقليل سرعة الأسطوانة باستخدام الصمامات التناسبية :

الشكل (٤ - ٢٦) يعرض الدائرة الهيدروليكية للتحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل للحصول على أربع سرعات مختلفة عند الذهاب وهى : V1, V2, V3, V4 وعلى سرعتين عند العودة وهما V5, V6 .



شكل (٤ - ٢٦)

وفى الشكل (٤ - ٢٧) دائرة التحكم الكهربية المستخدمة فى التحكم فى الدائرة الهيدروليكية المبينة بالشكل السابق.



شكل (٤-٢٧)

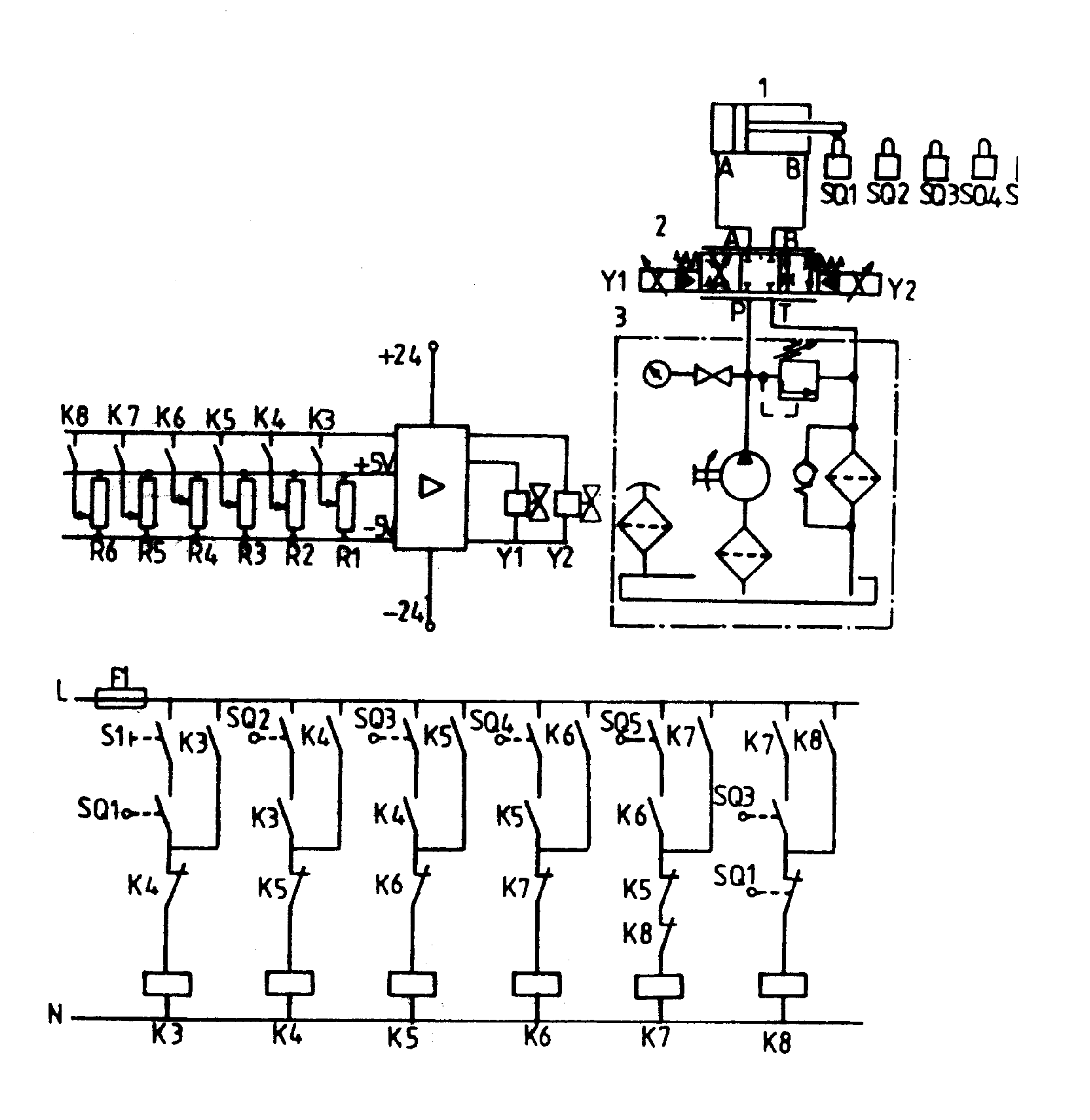
نظرية التشغيل:

عند الضغط على S1 يعمل (K1,Y1)، وتباعا يعمل (K3,Y3)، فتتقدم الأسطوانة بسرعة V1، وعند وصول الأسطوانة للمفتاح SQ2 يعمل (K4,Y4)، وتباعا يفصل (K3,Y3)، فتتقدم الأسطوانة بسرعة V2وعند وصول الأسطوانة للمفتاح SQ3 يعمل (K5,Y5)، وتباعاً يفصل (K4,Y4)، وتتقدم الأسطوانة بسرعة V3وعند وصول الأسطوانة للمفتاح SQ4 يعمل (K6,Y6)، وتباعاً يفصل (K5,Y5)، وتتقدم الأسطوانة بسرعة V4، وعند وصول الأسطوانة للمفتاح SQ5يعمل K7، وتباعا يفصل (K1,Y1,K6,Y6)، وتباعا يعمل (K2,Y2)، وأخيراً يعمل Y7، وتتراجع الأسطوانة بسرعة V5، وعند وصول الأسطوانة للمفتاح SQ3 يعمل (K8,Y8)، وتباعاً يفصل (K7,Y7)، وتتراجع الأسطوانة بسرع V6إلى أن تصل الأسطوانة لنهاية شوط العودة.

ملاحظة:

يختلف معدل الخنق للصمامات الخانقة 6:11 فالصمام الخانق 6 له خنق يناسب السرعة V1، والصمام الخانق 7 له سرعة تناسب السرعة V2 وهكذا.

أما الشكل (٤ – ٢٨) فيعرض الدائرة الهيدروليكية ودائرة التحكم الكهربية ومخطط التوصيل للمكبر الإلكترونى للوصول لنفس الأداء المشروح فى الحالة السابقة، ولكن باستخدام صمام تناسبى.


1
A
B
SQ1 SQ2 SQ3 SQ4 S
2
Y1
Y2
P
T
3
+24
-24
K8 K7 K6 K5 K4 K3
+5V
-5V
R6 R5 R4 R3 R2 R1
Y1 Y2
L
F1
S1
SQ1
SQ2
SQ3
SQ4
SQ5
K3 K4 K5 K6 K7 K8
N
K3 K4 K5 K6 K7 K8

شكل (٤-٢٨)

نظرية التشغيل:

عند الضغط على S1 يعمل K3 فيصل جهد الأساس الأول من خلال المقاومة R1 للمكبر الإلكترونى، فتتقدم الأسطوانة بسرعة V1، وعندما تصل الأسطوانة للمفتاح SQ2 يعمل K4 ويفصل K3، فيصل جهد الأساس الثانى عبر المقاومة R3 للمكبر الإلكترونى، فتتقدم الأسطوانة بسرعة V2، وعندما تصل الأسطوانة للمفتاح SQ3 يعمل KS ويفصل K4، فيصل جهد الأساس الثالث عبر المقاومة R3 للمكبر الإلكترونى، فتتقدم الأسطوانة بسرعة V3، وعندما تصل الأسطوانة للمفتاح SQ4 يعمل K6، ويفصل K5، فيصل جهد الأساس الرابع عبر المقاومة R4 للمكبر الإلكترونى فتتقدم الأسطوانة بسرعة V4، وعندما تصل الأسطوانة للمفتاح SQ5 يعمل K7، ويفصل K6، فيصل جهد الأساس الخامس عبر المقاومة R5 للمكبر الإلكترونى، وتتراجع الأسطوانة بسرعة V5، وعندما تصل الأسطوانة للمفتاح SQ3 يعمل K8، ويفصل K7، فيصل جهد الأساس السادس عبر المقاومة R6 للمكبر الإلكترونى، فتتراجع الأسطوانة بسرعة V6حتى تصل الأسطوانة للمفتاح SQ1فتتوقف الأسطوانة.

ملاحظات:

١ - إذا كان جهد الأساس موجبًا يعمل Y1فتتقدم الأسطوانة للأمام، وإذا كان جهد الأساس سالبًا يعمل Y2فتتراجع الأسطوانة للخلف.

٢ - لقد تم استبدال الصمام التناسبى ومكبره الإلكترونى بدلا من:

عدد 3 صمام 4/3 مباشرين.

عدد 1 صمام 4/3 سابق التحكم.

عدد 6 صمامات خانقة.

عدد 2 صمام لارجعى.

عدد 1 كونتاكتور.

ولذلك فإن استخدام الصمام التناسبى فى هذه الحالة أوفر من الناحية الاقتصادية.

٤ / ٦- طرق تنظيم وتنعيم حركة الأسطوانات :

بعض التطبيقات الهيدروليكية تحتاج لسرعة منتظمة وناعمة بغض النظر عن الأحمال كما هو الحال فى آلات الورش، وذلك للحصول على تشطيب جيد للشغلات، ولتحقيق ذلك يستخدم صمامات تحكم فى التدفق بتعويض للضغط مزدوجة أو ثلاثية. ويعتمد معدل تدفق الزيت فيها على معايرتها، ولا يتأثر بتغير الأحمال، وذلك لثبوت فرق الضغط على جانبى هذه الصمامات وهذا بالطبع لا يتحقق عند استخدام الصمامات الخانقة اللارجعية.

وهناك عدة طرق مختلفة لتوصيل صمامات تنظيم التدفق بتعويض للضغط كما يلى :

أ - تنظيم تدفق الزيت الداخل.

ب - تنظيم تدفق الزيت الخارج.

ج - تنظيم تدفق الزيت المستنزف.

٤ / ٦ / ١ - تنظيم تدفق الزيت الداخل :

تستخدم هذه الطريقة عادة فى الروافع المختلفة مثل روافع السيارات والشكل (-٢٩٤) يعرض دائرة هيدروليكية لتنظيم حركة أسطوانة ثنائية الفعل باستخدام صمام تنظيم تدفق مزدوج 2 لتنظيم تدفق الزيت الداخل.

نظرية التشغيل :

عند الضغط على S2 يعمل K1، وتباعا يعمل Y1 فيتغير وضع التشغيل للصمام 6من الوضع المركزى إلى الوضع الأيسر، فيمر الزيت الهيدروليكى عبر المسار P→A للصمام 6، ثم عبر المسار A→ B للصمام اللارجعى ذى وصلة التحكم 5، ثم عبر الصمام اللارجعى لصمام معاكسة الوزن 4 وصولاً للفتحة B للأسطوانة، بينما يعود الزيت الراجع من الأسطوانة من الفتحة A عبر الصمام

اللارجعى 3 ثم عبـر المســار T → B للصمام 6 وصولا للخزان فتتراجع الأسطوانة بالسرعة المتعادة.

وعند الضغط على الضاغط S3 يعمل K2 ويفصل K1، وتباعا يعمل Y2، بدلا من Y1فيمر الزيت المضغوط عبر المسار P → B فى الصمام 6، ثم عبر صمام تنظيم التدفق 2 وصولا للفتحة A للأسطوانة، بينما يعود الزيت الراجع بعد وصول الضغط للضغط المعاير عليه الصمام التتابعى لصمام معاكسة الوزن 4 عبر الصمام التتابعى ثم عبر الصمام اللارجعى ذى وصلة التحكم الخارجية 5 فى المسار B→A (لوصول ضغط للوصلة)، ثم عبر المسار A→T فى الصمام 6، فتتقدم الأسطوانة بسرعة منتظمة يمكن التحكم فيها بضبط صمام تنظيم التدفق المزدوج 2.

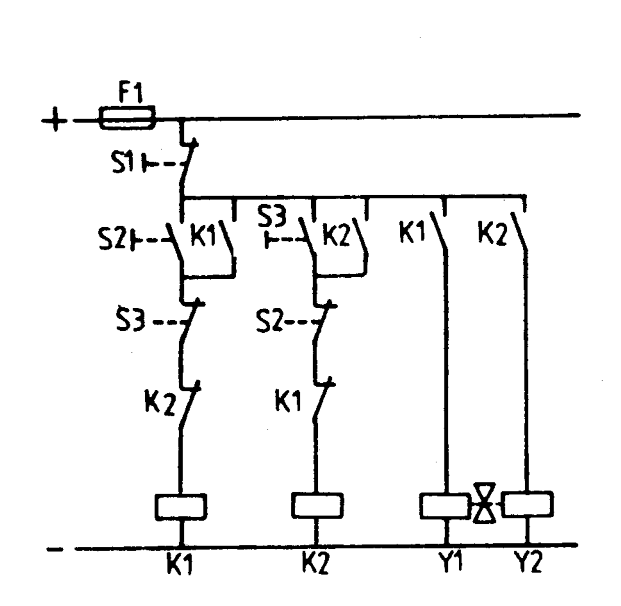
ملاحظات:

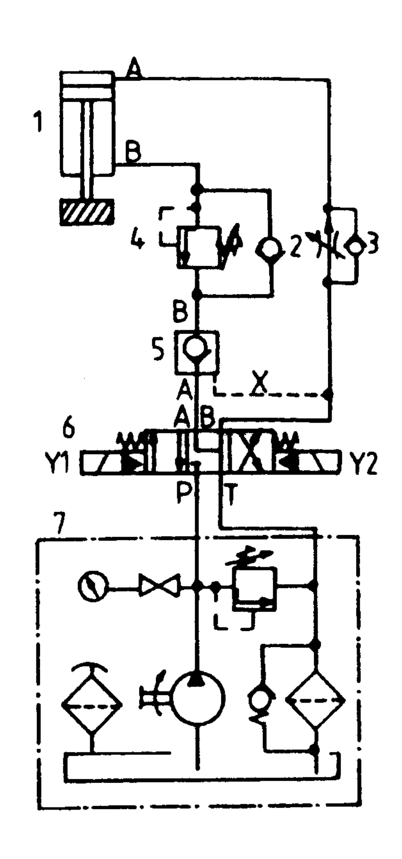
١- صمام تنظيم التدفق المزدوج لا يقوم بتنظيم تدفق الزيت الهيدروليكى إلا عند المرور فى اتجاه السهم فقط.

٢- يقوم صمام التدفق المزدوج 2 بتنظيم تدفق الزيت الداخل، بينما يقوم صمام معاكسة الوزن 4 برفع الضغط أمام مكبس الأسطوانة، وبالتالى يصبح مكبس الأسطوانة ممسوكًا هيدروليكيًا، فيتحرك بسرعة منتظمة خالية من الانزلاق الناتج عن الوزن الخارجى.

٣- صمام معاكسة الوزن 4 له وظيفتان الأولى منع التقدم الجبرى للأسطوانة عند السكون تحت تأثير الوزن الخارجى. والثانية منع الانزلاق الذى يمكن أن يحدث أثناء الحركة بفعل الوزن الخارجى.

٤- الصمام اللارجعى ذو وصلة التحكم الخارجية 5 يمنع التقدم الجبرى للأسطوانة عند السكون مهما تغيرت قيمة الوزن الخارجى.



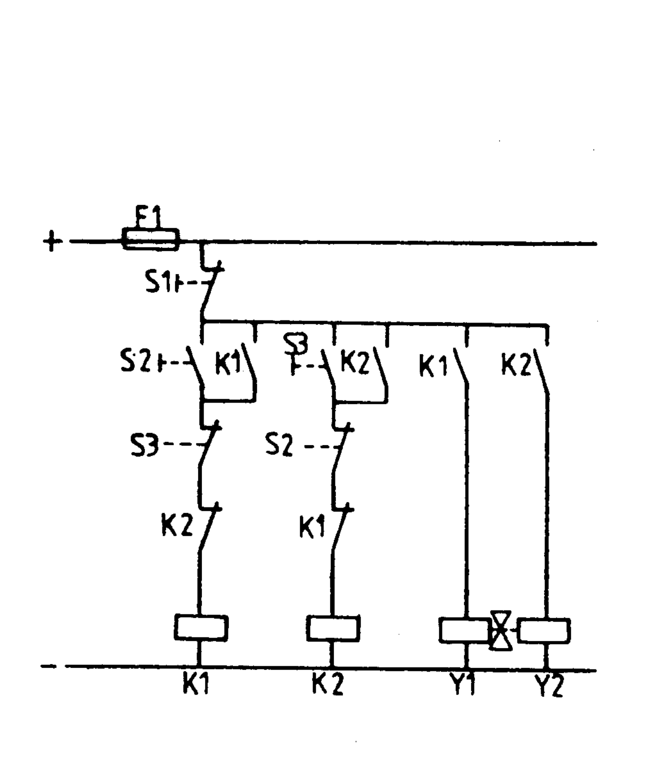


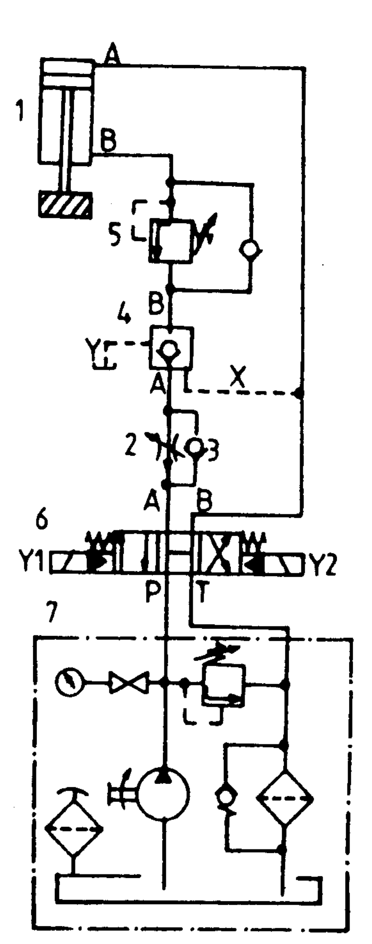
شكل (٤-٢٩)

٤ / ٦ / ٢ - تنظيم تدفق الزيت الراجع :

عادة تستخدم هذه الطريقة فى التحكم فى سرعة الأسطوانات المستخدمة فى آلات الورش مثل : المثاقيب والمخارط والفرايز والمقاشط . . إلخ للحصول على تشطيب جيد ، أى الحصول على أسطح ناعمة للشغلات .

والشكل (٤-٣٠) يعرض دائرة هيدروليكية لتنظيم حركة أسطوانة ثنائية الفعل ، مستخدماً صمام تنظيم تدفق مزدوج لتنظيم تدفق الزيت الراجع .


F1
+
S1
S2
K1
S3
K2
K1
K2
S3
S2
K2
K1
-
K1
K2
Y1
Y2


A
1
B
5
B
4
Y
A
X
2
3
A
B
6
Y1
Y2
P
T
7

شكل (٤ - ٣٠)

ملاحظات :

١ – صمام معاكسة الوزن 5 يمنع التقدم الجبرى للأسطوانة عند السكون .

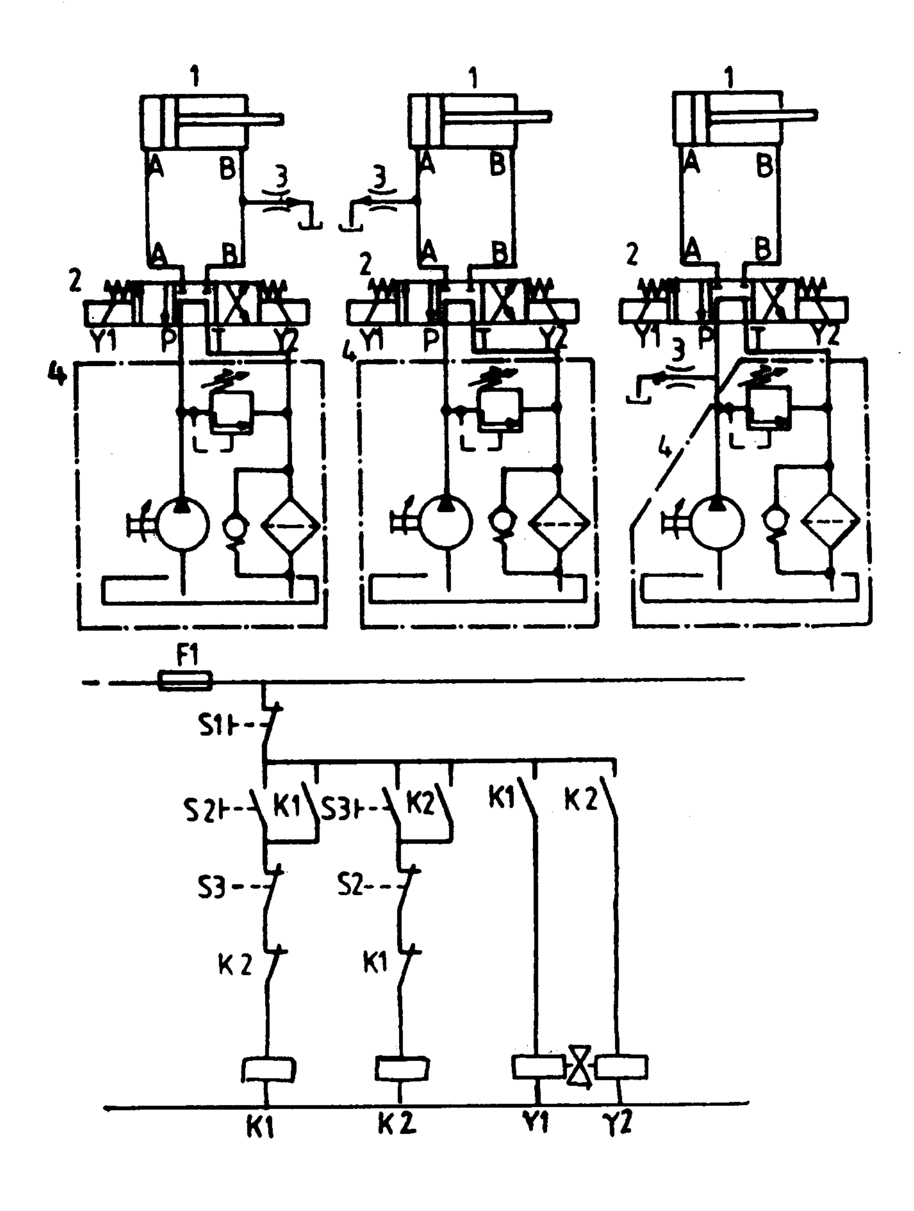
٢ – الصمام اللارجعى ذو وصلة التحكم الخارجية ووصلة التصريف الخارجية 4 يمنع أيضا التقدم الجبرى للأسطوانة . والسبب فى اختيار هذا النوع هو وجود ضغط عند الفتحة A للصمام بصفة مستديمة نتيجة لوجود صمام تنظيم التدفق المزدوج 2 .

٣ – يمكن فى هذه الدائرة الاستغناء عن صمام معاكسة الوزن 5، أو الصمام اللارجعى ذو وصلة التحكم الخارجية ووصلة التصريف الخارجية 4 لأن وظيفتهما واحدة فى هذه الدائرة وهو منع التقدم الجبرى عند السكون .

٤ – طريقة تشغيل دائرة التحكم لا تختلف عن طريقة تشغيل دائرة التحكم فى الطريقة السابقة .

٤ / ٦ / ٣ – تنظيم تدفق الزيت المستنزف :

تستخدم هذه الطريقة للتحكم فى الأسطوانات التى تعمل بمعدل تدفق كبير يزيد عن 4L/min كما هو الحال فى المقاشط، ودقة هذه الطريقة تعتمد على معدل التدفق، فكلما زاد معدل التدفق ازدادت الدقة، وعلى كل حال، فإن هذه الطريقة غير منتشرة بنفس انتشار الطريقتين السابقتين . وفى الشكل (٤ – ٣١) ثلاث دوائر هيدروليكية ودائرة تحكم كهربية واحدة أما الدائرة الهيدروليكية الأولى فتقوم بتنظيم سرعة أسطوانة فى اتجاهى الذهاب و العودة بتنظيم تدفق الزيت المستنزف من المصدر مستخدما صمام تنظيم التدفق المزدوج 3 (الشكل أ)، والثانية لتنظيم سرعة أسطوانة فى اتجاه الذهاب بتنظيم تدفق الزيت المستنزف من خط الضغط AA (الشكل ب) والثالثة لتنظيم سرعة أسطوانة فى اتجاه العودة بتنظيم تدفق الزيت المستنزف من خط الضغط BB (الشكل جـ)، علما بأن دائرة التحكم الكهربية المبينة يصلح استخدامها لأى دائرة هيدروليكية من الدوائر الثلاثة .



شكل (٤ – ٣١)

٤ / ٧- طرق زيادة سرعة الأسطوانات :

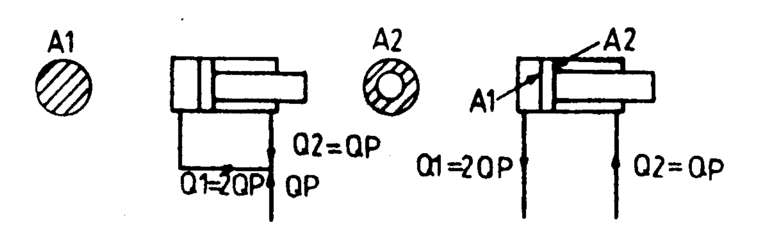
عادة فإن الحاجة للقوة العظمى والسرعة العظمى للأسطوانات لا يجتمعان معا، ففى كثير من الأحيان نحتاج لسرعة كبيرة وقوة صغيرة أو العكس، ولذلك يمكن مع ثبات القدرة الهيدروليكية الداخلة والتى تساوى حاصل ضرب القوة فى السرعة زيادة السرعة على حساب القوة أو العكس.

علما بأنه فى كثير من الأحيان تتطلب الحاجة زيادة سرعة الأسطوانة مع قوة كبيرة فى نهاية الشوط فقط كما هو الحال فى بعض المكابس الهيدروليكية.

وهناك عدة طرق لزيادة سرعة الأسطوانة ستتضح فى الفقرات التالية :

٤ / ٧ / ١- الدائرة الاسترجاعية :

الشكل (٤ - ٣٢) يبين فكرة عمل الدوائر الاسترجاعية، وهو إعادة الزيت الراجع من أمام مكبس الأسطوانة فى شوط الذهاب للدخول مرة أخرى مع الزيت القادم من المضخة إلى الأسطوانة.



شكل (٤- ٣٢)

حيث إن :

مساحة مكبس الأسطوانة	A1
المساحة الحلقية للمكبس	A2
سرعة الأسطوانة عند الذهاب	V1
سرعة الأسطوانة عند العودة	V2
تدفق المضخة	QP

التدفق الداخل أو الخارج من غرفة المكبس $Q1$

التدفق الداخل أو الخارج من غرفة العمود $Q2$

وعادة تستخدم أسطوانات لها مساحة مكبس ضعف المساحة الحلقية للمكبس.

أى أن : $A1 = 2A2$

وتابعا فإن $Q1 = 2Q2$

ولذلك فإنه عند الذهاب عند إعادة الزيت الراجع من أمام المكبس للدخول مع الزيت القادم من المضخة فإن :

$$V1 = \frac{Q1}{A1} = \frac{2Qp}{A1}$$

وعند العودة فإن

$$V2 = \frac{Q2}{A2} = \frac{Q\,p}{\frac{A1}{2}} = \frac{2Qp}{A1}$$

من 2.1 ينتج أن :

$$V1 = V2$$

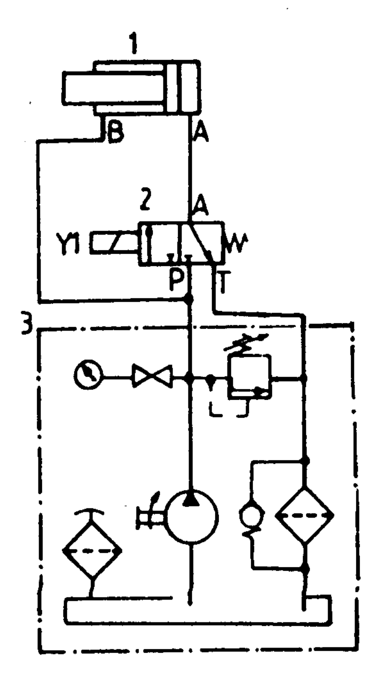
أى أن سرعة الذهاب تساوى سرعة العودة فى الدائرة الاسترجاعية، وبالطبع طالما أن سرعة الذهاب تزداد للضعف مقارنة بالوضع الطبيعى، فإن قوة الدفع فى الذهاب ستقل للنصف مقارنة بالوضع الطبيعى أيضا، وذلك لأن القدرة الهيدروليكية التى تدخل الأسطوانة ثابتة.

وفى الشكل (٤ - ٣٣) دائرة هيدروليكية بسيطة لزيادة سرعة أسطوانة ثنائية الفعل فى شوط الذهاب إلى الضعف مستخدما الطريقة الاسترجاعية وكذلك دائرة التحكم الكهربية.

نظرية التشغيل :

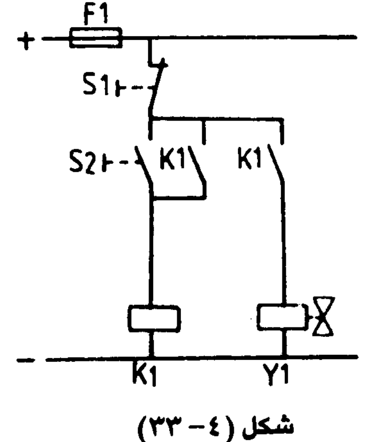
عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1 ، وتباعا يعمل Y1 ، فيتغيروضع

التشغيل للصمام 2 من الوضع الابتدائى إلى الوضع الثانوى، فيتدفق الزيت القادم من وحدة القدرة وكذلك الزيت الراجع من الأسطوانة من الفتحة B مرورا بالمسار P → A للصمام 2 ووصولا للفتحة A للأسطوانة 2 فتتضاعف سرعة الأسطوانة فى شوط الذهاب.



وعند الضغط على الضاغط S1 ينقطع التيار الكهربى عن بوبينة K1 ، وتباعا عن Y1 ، فيعود الصمام 2 لوضع التشغيل الابتدائى (الأيمن) له، فيمر الزيت الهيدروليكى من وحدة القدرة مباشرة إلى الفتحة B، بينما يعود الزيت الراجع من الأسطوانة من الفتحة A مرورا بالمسار T → A ثم للخزان فتتراجع الأسطوانة 1 بالسرعة المعتادة.

وفى الشكل (٤ – ٣٤) دائرة استرجاعية بملاشاة أتوماتيكية للاسترجاع فى نهاية شوط الذهاب، وكذلك دائرة التحكم الكهربية لها.

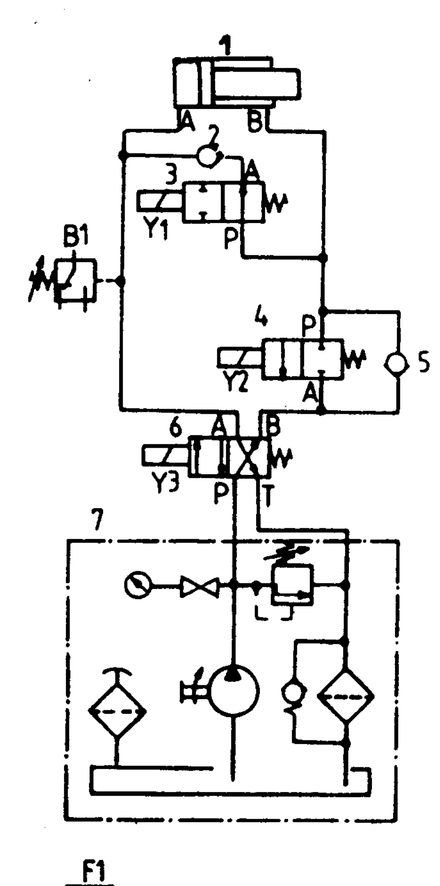


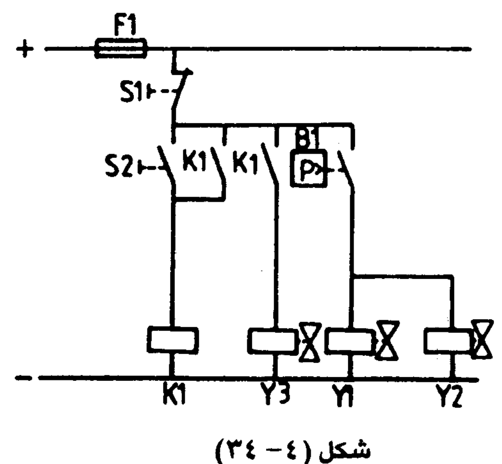
شكل (٤ – ٣٣)

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل k1 ، وتباعا Y3 ، فيتغير وضع التشغيل للصمام 6 من الوضع الابتدائى إلى الوضع الثانوى (الأيسر)، فيمر الزيت الهيدروليكى عبر المسار P → A وصولا للفتحة A للأسطوانة، بينما يعود الزيت الراجع من الأسطوانة من الفتحة B مرورا بالمسار A → P للصمام الاتجاهى 3 ثم يمر عبر الصمام اللارجعى 2 ليصل للفتحة A للأسطوانة 1، وبذلك نحصل على دورة استرجاعية فى الذهاب مما يضاعف من سرعة الأسطوانة، وعند وصول الأسطوانة لنهاية شوط الذهاب يزداد الضغط عند مدخل الأسطوانة A فيعمل مفتاح الضغط SQ1 على غلق ريشته المفتوحة فيعمل كل من Y1 , Y2 ، وبالتالى يتغير

وضع التشغيل لكلا الصمامين الاتجاهيين 3,4 للوضع الثانوى الأيسر، وبذلك تتلاشى الدورةالاسترجاعية ويعود الزيت الراجع من الأسطوانة عبر المسار P → A للصمام 4 ثم مرورا بالمسار B → T للصمام6 وصولاً للخزان.





شكل (٤ - ٣٤)

وبهذه الطريقة تزداد قوة دفع الأسطوانة للضعف فى نهاية شوط الذهاب.

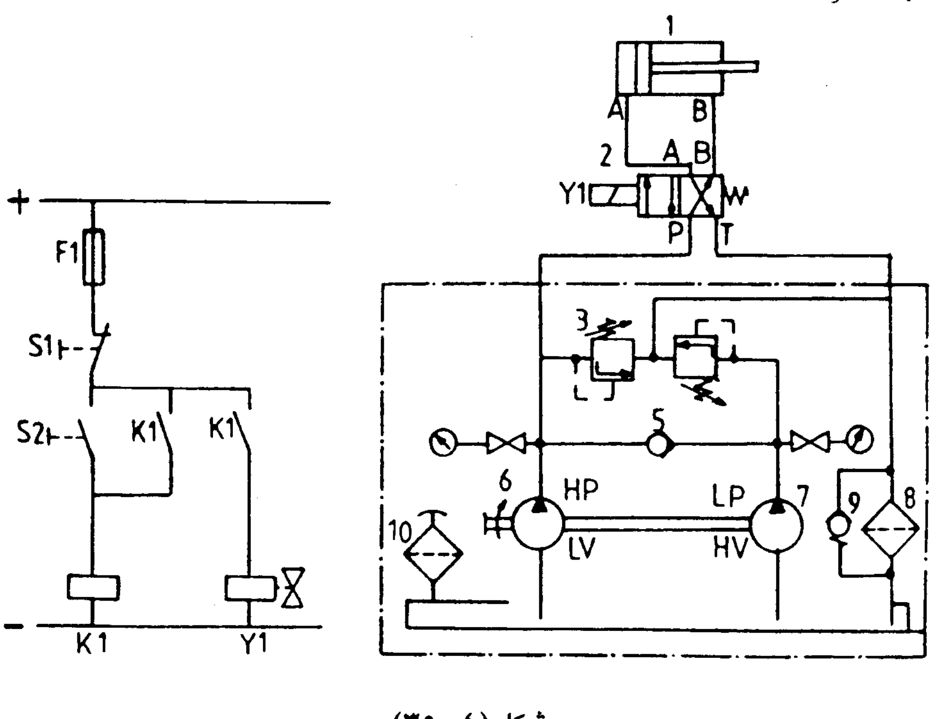
٤ / ٧ / ٢-دائرة الضغط العالى والمنخفض:

فى الشكل (٤ - ٣٥) دائرة بضغط عالٍ ومنخفض، وتستخدم هذه الدائرة وحدة قدرة هيدروليكية تحتوى على مضختين المضخة 6 بضغط عال HP وحجم صغير LV ، والمضخة 7 بضغط منخفض LP وحجم عال HV وترتبط المضختان معا ميكانيكيا مع المحرك الكهربى.

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1، وتباعًا يعمل Y1 ، فيتغير وضع التشغيل للصمام 2 فيمر تدفق المضختين عبر المسار P → A للصمام 2 وصولاً للفتحة A للأسطوانة 1، بينما يعود الزيت الراجع من الفتحة B للأسطوانة 1

عبر المسار T → B للصمام 2 فتتقدم الأسطوانة 1 بسرعة كبيرة نتيجة لزيادة معدل تدفق الزيت للأسطوانة. وعند وصول الأسطوانة لنهاية شوط الذهاب يزداد الضغط عند مدخل الأسطوانة A، فيعمل الصمام 4 على تصريف خرج المضخة 7 للخزان، ويقوم الصمام 5 بغلق مخرج المضخة 7 من ناحية الحمل، أما مخرج المضخة 6 فيصل للمدخل A للأسطوانة فيزداد بذلك الضغط خلف المكبس إلى أن يصل إلى الضغط المعاير عليه صمام التصريف المباشر 3، وبالتالى نحصل على قوة دفع كبيرة جداً فى نهاية شوط الذهاب.



شكل (٤– ٣٥)

وعند الضغط على الضاغط S1 ينقطع التيار الكهربى عن K1 ، وتباعًا عن Y1، ويعود الصمام 2 لوضع التشغيل الابتدائى له، فيمر خرج المضختين عبر المسار P → B للصمام 2 وصولاً للفتحة B للأسطوانة، ويعود الزيت الراجع من الأسطوانة من الفتحة A عبر المسار A → T ، فتتراجع الأسطوانة بسرعة عالية نتيجة لزيادة معدل التدفق، ولكن بمجرد وصول الأسطوانة لنهاية شوط العودة يزداد الضغط عند مدخل الأسطوانة B فيعمل الصمام 4 على تصريف خرج المضخة 7 للخزان،ويقوم الصمام 5

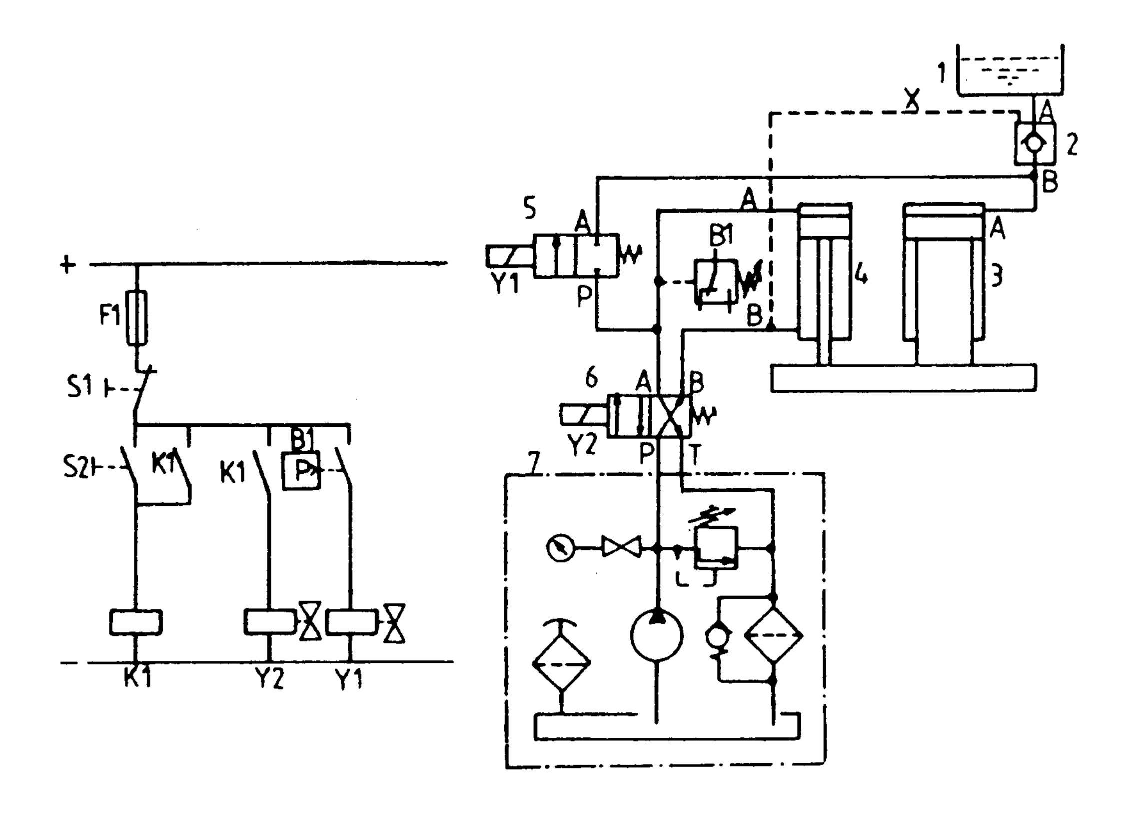
بغلق مخرج المضخة 7 من ناحية الحمل. أما خرج المضخة 6 فيصل للمدخل B للأسطوانة، فيزداد بذلك الضغط أمام المكبس إلى أن يصل إلى الضغط المعاير عليه صمام التصريف المباشر 3، وبالتالى نحصل على قوة دفع كبيرة فى نهاية شوط العودة.

ملاحظة :

الضغط المعاير عليه صمام تصريف الضغط 4 أقل من الضغط المعاير عليه صمام تصريف الضغط 3.

٤/٧/٣ - دائرة الملء المسبق للضغط :

الشكل (٤ - ٣٦) يعرض دائرة ملء مسبق وكذلك دائرة التحكم الكهربية لها.



شكل (٤- ٣٦)

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1 ، وتباعًا يعمل Y2، فيتغير وضع الصمام 6 للوضع الثانوى له فتتقدم الأسطوانة 4 وتجذب معها الأسطوانة 3 المثبتة معها ميكانيكيا، ويحدث تفريغ خلف مكبس الأسطوانة 3، فيندفع الزيت الهيدروليكى من الخزان 1 مرورًا بالصمام اللارجعى 2 إلى الأسطوانة 3 عند وصول الأسطوانة لنهاية شوط الذهاب يزداد الضغط خلف مكبسها، فيعمل مفتاح الضغط B1 على غلق ريشته المفتوحة فيعمل Y1 ويتغير وضع التشغيل للصمام 5 للوضع الثانوى، فيمر تدفق المضخة إلى الفتحة A للأسطوانة 3 فيزداد الضغط خلفها وصولاً للقيمة المعاير عليها صمام تصريف وحدة القدرة الهيدروليكية.

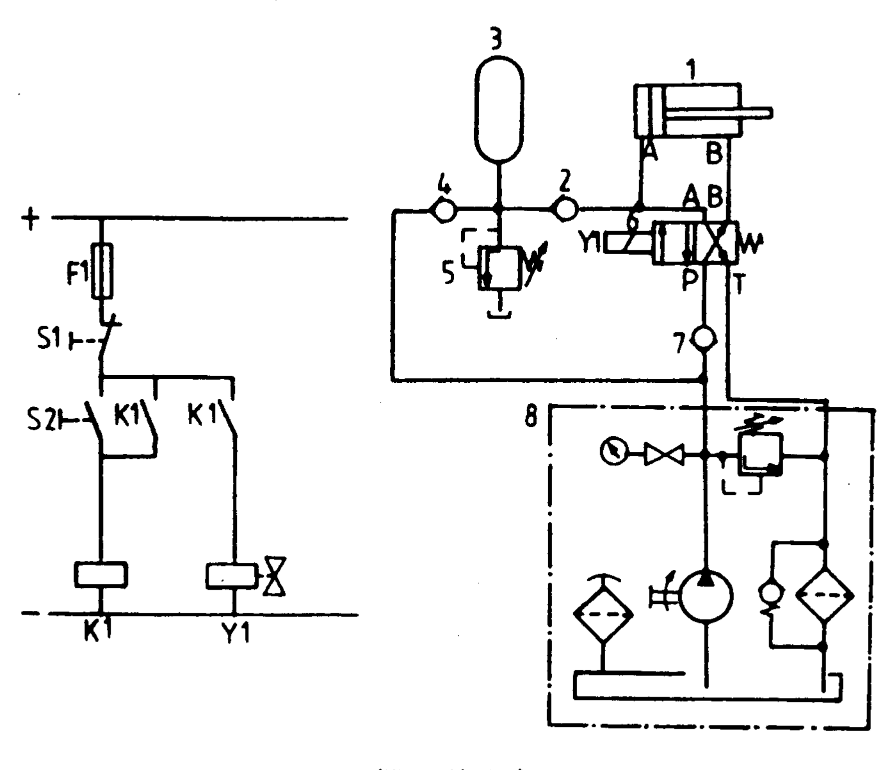
وعند الضغط على الضاغط S1 ينقطع التيار الكهربى عن K1 ، وتباعًا عن Y2، فيعود الصمام 6 لوضعه الابتدائى فتتراجع الأسطوانة 4 للخلف دافعة معها الأسطوانة 3، فيندفع الزيت الهيدروليكى من خلف مكبس الأسطوانة 3 عبر الصمام اللارجعى ذى إشارة التحكم 2 فى الاتجاه. (نتيجة لوصول إشارة ضغط للفتحة X من الفتحة B للصمام 6) إلى الخزان 1 فتتراجع الأسطوانتان بالسرعة الطبيعية.

٤ / ٧ / ٤ – دائرة المؤازرة بالمركم:

الشكل (٤ – ٣٧) يعرض دائرة مؤازرة بمركم هيدروليكى، وكذلك دائرة التحكم الكهربية

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1 ، وتباعًا يعمل Y1، فيتغير وضع التشغيل للصمام 6 للوضع الأيسر، فيمر كل من تدفق وحدة القدرة 8 والمركم الهيدروليكى 3 إلى الأسطوانة 1 ، فتتقدم الأسطوانة بسرعة عالية (نتيجة لزيادة معدل تدفق الزيت الهيدروليكى)، وعند وصول الأسطوانة لنهاية شوط الذهاب تعمل وحدة القدرة على رفع الضغط خلف مكبس الأسطوانة للحصول على القوة المطلوبة، وكذلك يشحن المركم فى نفس الوقت، وعند الضغط على S1 ينقطع التيار الكهربى عن K1، وتباعًا عن Y1، فتعود الأسطوانة 1 بالسرعة المعتادة نتيجة لتدفق الزيت المضغوط من وحدة القدرة 8 إلى الفتحة B للأسطوانة 1 .



شكل (٤ – ٣٧)

ملاحظات :

١ – عادة يعاير صمام تصريف الضغط للمركم 5 عند ضغط أقل من الضغط المعاير عليه صمام تصريف الضغط لوحدة القدرة الهيدروليكية.

٢ – يقوم الصمام اللارجعى 7 بمنع رجوع الزيت من المركم إلى وحدة القدرة فى شوط الذهاب.

٤ / ٨ – طرق تزامن الأسطوانات :

تتطلب الحاجة فى كثير من العمليات الصناعية والمعدات الهيدروليكية حركة أسطوانتين أو أكثر حركة تزامنية على سبيل المثال: روافع السيارات ذات الأسطوانتين أو الأربع الأسطوانات – والمقصود بالحركة التزامنية هى تساوى سرعة الأسطوانات مع الاتفاق فى لحظة بدء الحركة ولحظة الوقوف مهما اختلف أحمال كل أسطوانة.

ويوجد عدة طرق مستخدمة لتحقيق ذلك وهى كما يلى:

١ - التزامن بتوصيل الأسطوانات على التوازى مع الربط الميكانيكى بينهم.

٢ - التزامن بتوصيل الأسطوانات على التوالى.

٣ - التزامن باستخدام المراكم المتماثلة.

٤ - التزامن باستخدام صمامات تنظيم التدفق المزدوجة.

٥ - التزامن باستخدام المحركات الهيدروليكية.

٦ - التزامن باستخدام صمامات التزامن.

٧ - التزامن باستخدام قناطر التوحيد الهيدروليكية.

٨ - التزامن باستخدام صمامات تقسيم التدفق.

٤ / ٨ / ١ - التزامن بتوصيل الأسطوانات على التوازى:

الشكل (٤ - ٣٨) يعرض دائرة هيدروليكية لعمل تزامن بين الأسطوانتين 1,2 ، وذلك بتوصيلهما على التوازى مع عمل ربط ميكانيكى بين الأسطوانتين، حيث يشكل ذراعا الأسطوانتين على شكل جريدتين مسننتين، وتربط الجريدتان معًا بترسين صغيرين، وتستخدم هذه الطريقة فى الأسطوانات المتجاورة والتى تتحرك فى نفس الاتجاه والتى لها نفس الحجم. وفى نفس الشكل دائرة التحكم الكهربية.

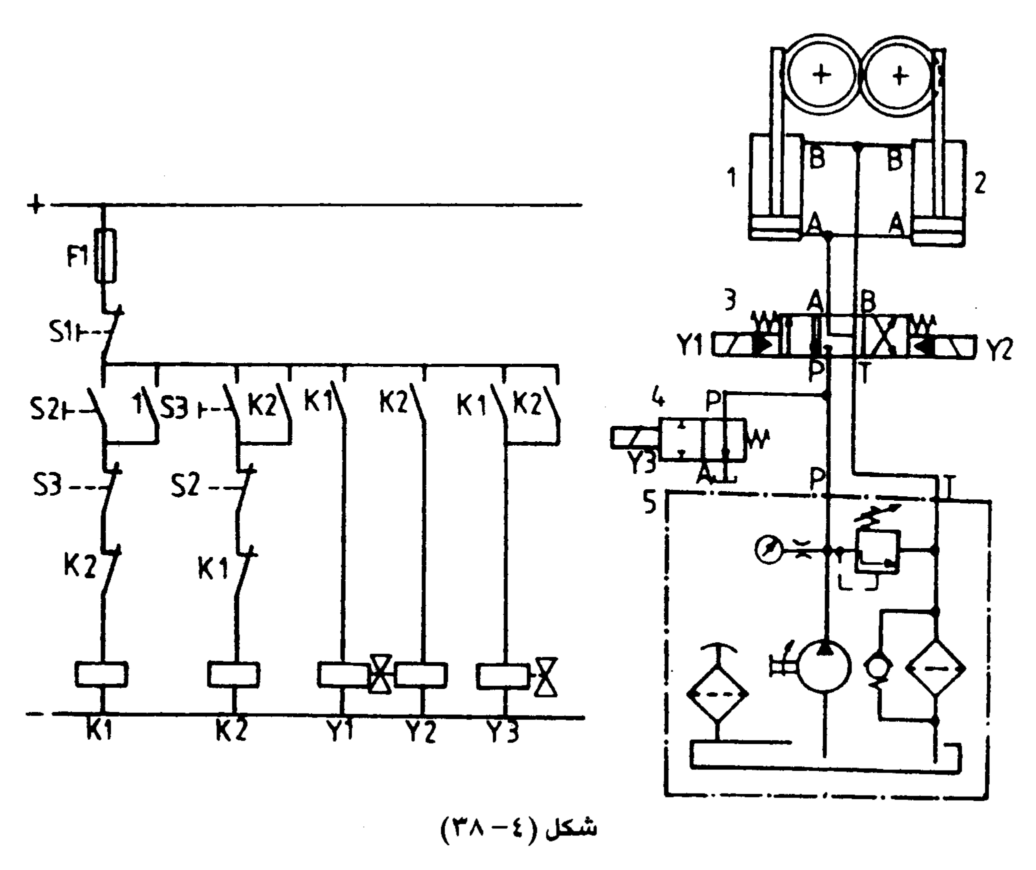
التعريف بضواغط التشغيل:

ضاغط إيقاف الأسطوانة	S1
ضاغط الذهاب	S2
ضاغط العودة	S3

ملاحظة:

الصمام الاتجاهى 2/2 رقم 4 يسمى صمام منع تحميل وحدة القدرة الهيدروليكية، حيث يقوم هذا الصمام بإمرار خرج وحدة القدرة كليًا للخزان فى وقت الراحة، ولكن أثناء تقدم أو تراجع الأسطوانات يتغير وضع التشغيل لهذا

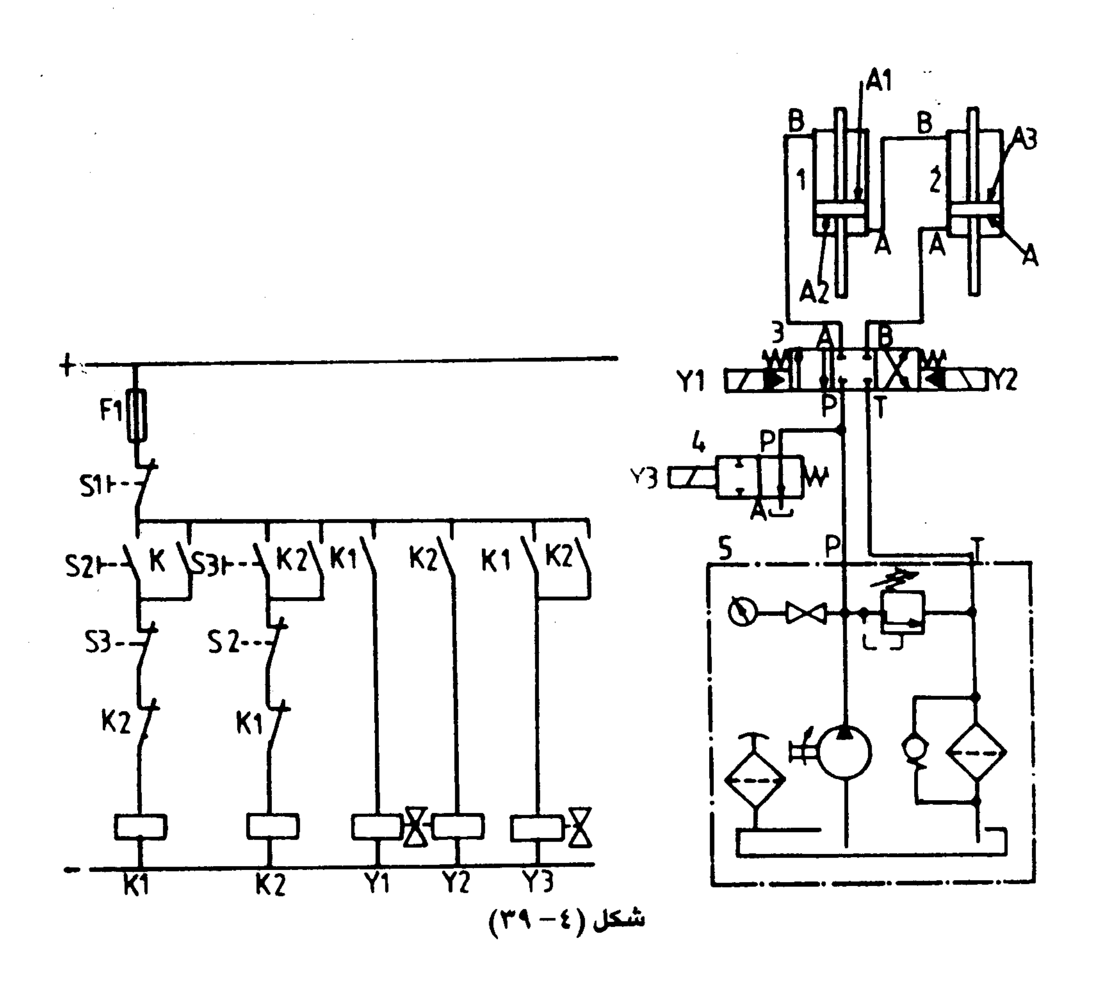
الصمام ليسمح بوصول خرج وحدة القدرة للمستخدم (للأسطوانتين 1,2) وعادة يستخدم صمام اللاتحميل مع الصمامات الاتجاهية 4/3 ، والتى لها وضع مركزى به فتحة مصدر (P) مغلقة .



شكل (٤ – ٣٨)

٤ / ٨ / ٢ – التزامن بتوصيل الأسطوانات على التوالى :

الشكل (٤ – ٣٩) يعرض دائرة هيدروليكية لعمل تزامن للأسطوانتين 1,2 بتوصيلهما على التوالى، ويشترط لتحقيق شروط التزامن عدم حدوث تسرب للزيت الهيدروليكى المتدفق من الأسطوانة 1 إلى الأسطوانة 2 عبر الوصلة BA ، ويشترط أيضًا تساوى المساحات A2, A3 ، ولذلك يفضل استخدام هذه الطريقة مع الأسطوانات ذات الذراعين والمتساوية فى الحجم، وفى الشكل نفسه دائرة التحكم الكهربية .



شكل (٤-٣٩)

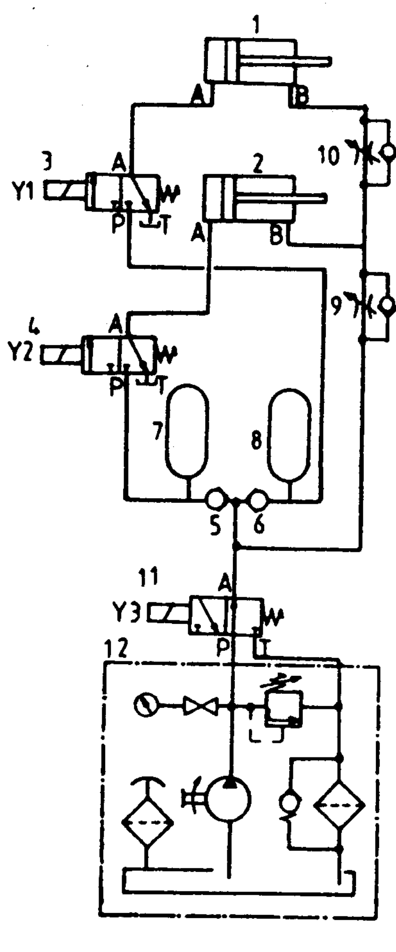
ملاحظـــة:

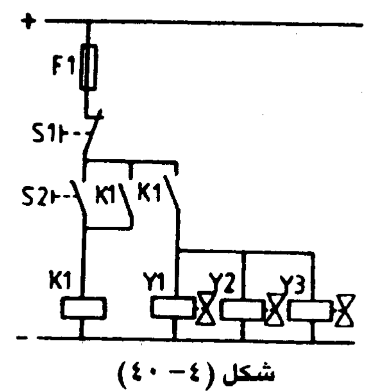
الصمام الاتجاهى 2/2 رقم 4 يسمى بصمام منع التحميل، ويقوم بإعادة خرج وحدة القدرة الهيدروليكية أثناء وقت الراحة.

التعريف بضواغط التشغيل :

ضاغط إيقاف الأسطوانتين	S1
ضاغط الذهاب	S2
ضاغط العودة	S3

٤ / ٨ / ٣ - التزامن باستخدام المراكم المتزامنة :





شكل (٤ - ٤٠)

فـي الـشـكـل (٤ - ٤٠) دائـرة هيـدروليكيـة بسـيطة لعـمل تزامن بين الأسطوانتـين 1,2 فى شوط الذهاب فـقط، وذلك باستخدام مراكم متماثلة وفى الشكل نفسه دائرة التحكم الكهربية.

نظرية التشغيل :

عند الضـغط على الضـاغط S2 يعـمل K1، وتبـاعًـا يعـمل كل من Y1, Y2, Y3 فـيمـر السـائل الهـيـدروليكى القـادم من المركمين 7,8 عبر المسار P → A فى كل من الصـمـام 3,4، فـيـحـدث تزامن بين الأسطوانتـين فى شـوط الذهاب ويمكن ضبط عملية التزامن بالاستعانة بالصمامات الخانقـة اللارجـعـيـة القـابلة للـمـعـايرة 9,10 والتى تخنق تدفق الزيت الراجع.

أما عند الضغط على الضاغط S1 ينقطع التيار الكهربى عن K1، وتباعًا عن كلٍ من Y1, Y2, Y3 ، فـتـتراجع الأسطوانتـان معًا نتـيـجـة لتـدفق السـائل الهـيـدروليكى من وحـدة القـدرة عبر المسـار P → A للصمام 11 ثم مـرورًا بالصـمـام اللارجـعى لكلا الصـمامين 9,10 وصولاً للأسطوانتين 1,2، بينما يعود الزيت الراجع إلى الخزان مباشرة، وفى نفس الوقت يشحن المركمان وصولاً للضغط المعاير عليه وحدة القدرة الهيدروليكية.

ملاحظة:

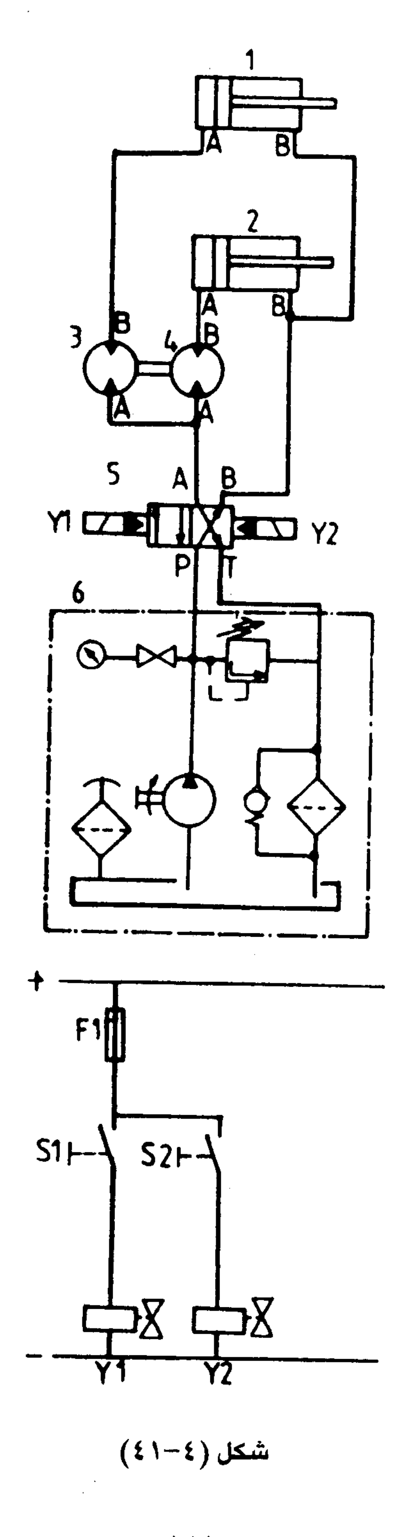
يحدث تزامن بين الأسطوانتين باستخدام المراكم المتزامنة وذلك نتيجة لتساوى أحجام المراكم، وكذلك تساوى ضغوطها، ولذلك فإن ضغط وحجم السائل الهيدروليكى الخارج منها سيكون ثابتًا.

٤ / ٨ / ٤ - التزامن باستخدام المحركات الهيدروليكية:

الشكل (٤ - ٤١) يعرض دائرة هيدروليكية لعمل تزامن بين الأسطوانتين 2 , 1 باستخدام محركين هيدروليكيين متماثلين فى الحجم 4 , 3 ، ومرتبطين معًا ميكانيكيًا، ولذلك فإن ضغط وحجم السائل الهيدروليكى الخارج من المحركين سيكون ثابتًا، وبالتالى تتحقق الشروط اللازمة لحدوث التزامن وهو تساوى الحجم المتدفق لكلا الأسطوانتين، وكذلك ضغط التشغيل لهما، وفى نفس الشكل دائرة التحكم الكهربية.

نظرية التشغيل :

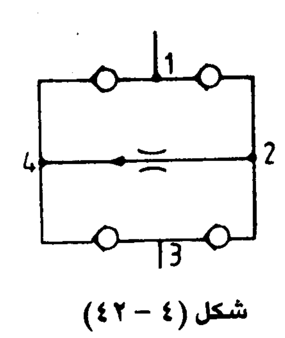
عند الضغط على الضاغط S1 تصل نبضة كهربية للملف Y1، فيتغير وضع التشغيل للصمام 5 للوضع الأيسر، فيمر الزيت الهيدروليكى المضغوط من وحدة القدرة الهيدروليكية عبر المسار P → A للصمام 5، ثم يقسم تدفق وحدة القدرة بالتساوى على المحركين 4 , 3 نتيجة لارتباطهما ميكانيكيًا معًا، وبالتالى يصبح الضغط عند مخرج المحركين 4 , 3 متساويًا فيحدث تزامن بين الأسطوانتين 2 , 1 فى شوط الذهاب، ويعود الزيت الراجع من الأسطوانتين عبر المسار T → B للصمام 5 وصولاً للخزان. وعند الضغط على الضاغط S2 تصل نبضة كهربية للملف Y2، فيتغير وضع التشغيل للصمام 5 للوضع الأيمن، فيمر الزيت الهيدروليكى من وحدة القدرة عبر المسار P → B للصمام 5 وصولاً للأسطوانتين 2 , 1 ، بينما يعود الزيت الراجع من الأسطوانتين عبر المحركين، وكذلك فرق الضغط بين مدخل ومخرج كل محرك) ويمر الزيت الراجع بعد ذلك عبر المسار T → A للصمام 5 وصولاً للخزان، فيحدث تزامن فى شوط العودة للأسطوانتين.



شكل (٤-٤١)

٤ / ٨ / ٥- التزامن باستخدام قناطر التوحيد :

في البداية سنلقى الضوء على قناطر التوحيد الهيدروليكية المستخدمة في أغراض التزامن، وتتكون دائرة التوحيد من أربعة صمامات لارجعية وصمام تنظيم تدفق مزدوج بتعويض للضغط وتوصل هذه العناصر بالطريقة الموضحة بالشكل (٤ – ٤٢).



شكل (٤ – ٤٢)

نظرية عمل قنطرة التوحيد الهيدروليكية :

عند دخول الزيت المضغوط للمدخل 1، يمر في المسار 2 ← 1 ، ثم المسار 4← 2، مروراً بصمام تنظيم التدفق المزدوج، ثم في المسار 3 ← 4 ليخرج من المخرج 3.

وعند دخول الزيت المضغوط للمدخل 3، يمر في المسار 2 ← 3 ثم المسار 4 ← 2، مروراً بصمام تنظيم التدفق المزدوج ثم المسار 1← 4 ليخرج من الفتحة 1 .

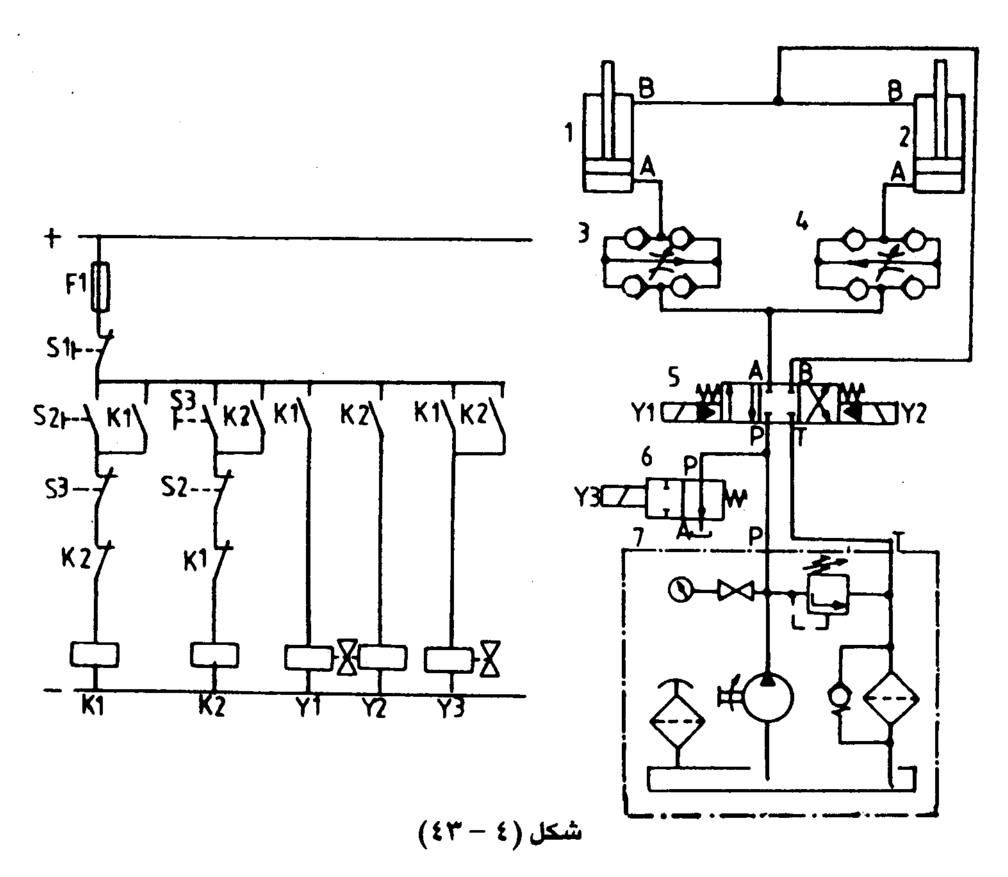
ويلاحظ أنه بغض النظر عن اتجاه تدفق الزيت الهيدروليكي فإنه لابد أن يمر في صمام تنظيم التدفق المزدوج في الاتجاه 4 ← 2 ، وهو اتجاه عمل الصمام.

وفي الشكل (٤ – ٤٣) دائرة هيدروليكية لعمل تزامن في شوطي الذهاب والعودة للأسطوانتين 2 , 1 ، مستخدماً قنطرتي التوحيد 4 , 3 ، وفي نفس الشكل دائرة التحكم الكهربية.

وتقوم دائرتا التوحيد 4 , 3 بتنظيم تدفق الزيت الهيدروليكي الداخل عند تقدم الأسطوانتين، وكذلك بتنظيم تدفق الزيت الهيدروليكي الراجع عند تراجع الأسطوانتين، وبذلك يحدث تزامن في شوطي الذهاب والعودة.

التعريف بضواغط التشغيل :

ضاغط إيقاف الأسطوانتين	S1
ضاغط الذهاب للأسطوانتين	S2
ضاغط العودة للأسطوانتين	S3



شكل (٤ – ٤٣)

ملاحظة :

الصمام 6 هو صمام منع تحميل المضخة وقت الراحة، حيث يسمح بإعادة تدفق المضخة كلياً أثناء توقف الأسطوانات للخزان.

٤ / ٨ / ٦ – التزامن باستخدام صمامات تقسيم التدفق :

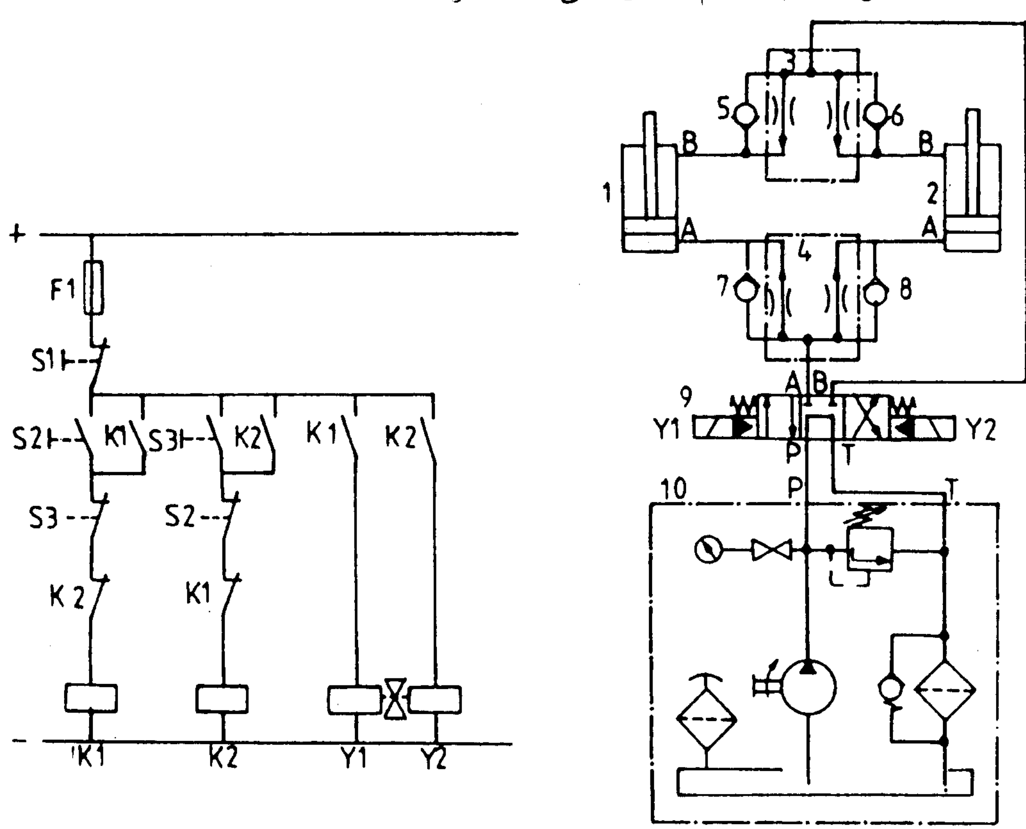
الشكل (٤ – ٤٤) يعرض دائرة هيدروليكية لعمل تزامن بين الأسطوانتين 2 , 1 فى شوطى الذهاب والعودة، مستخدماً صمامى تقسيم التدفق 4 , 3 ، حيث يقوم صمام تقسيم التدفق بتقسيم التدفق بين مستخدمين بالتساوى بغض النظر عن أحمال كل مستخدم، وفى الشكل نفسه دائرة التحكم الكهربية.

فكرة عن عمل الدائرة :

أثناء شوط الذهاب للأسطوانتين 2 , 1 يقوم صمام تقسيم التدفق 4 بتقسيم

تدفق وحدة القدرة تقسيمًا متساويًا على الأسطوانتين، ويقوم الصمامان اللارجعيان 5 , 6 بعمل مسار بديل لصمام تقسيم التدفق 3.

وعند شوط العودة يقوم صمام تقسيم التدفق بتقسيم تدفق وحدة القدرة تقسيمًا متساويًا على الأسطوانتين 2, 1 ، ويقوم الصمامان اللارجعيان 8 , 7 بعمل مسار بديل لصمام تقسيم التدفق 4 فى هذا الشوط.



شكل (٤ - ٤٤)

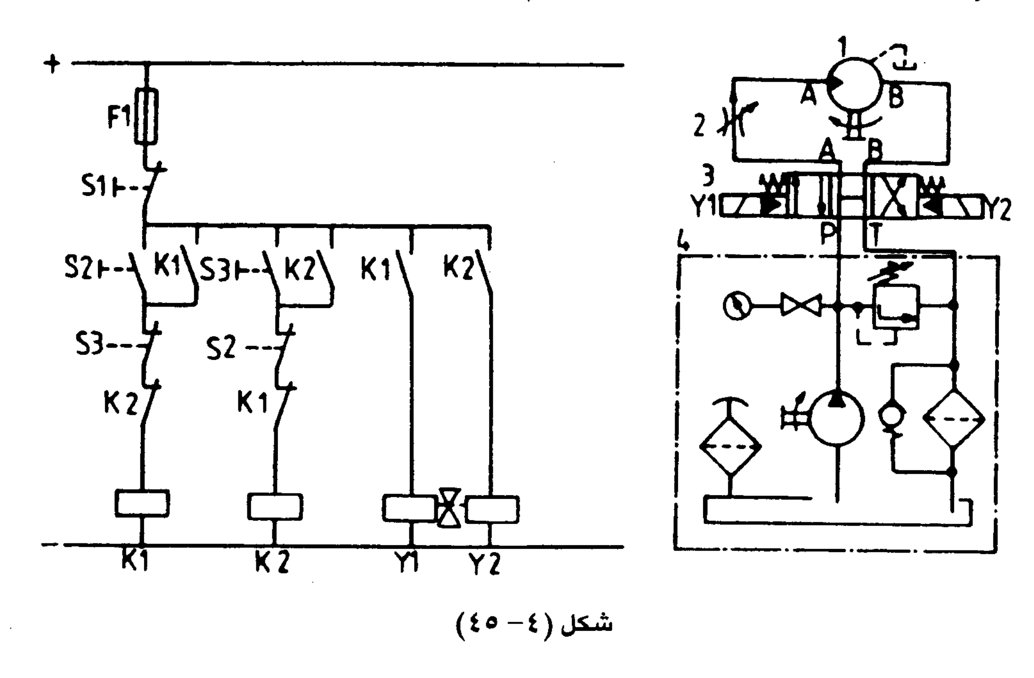
٤ / ٩ - التحكم فى المحركات الهيدروليكية:

تمتاز المحركات الهيدروليكية بالمدى الواسع من السرعات والعزوم الأمر الذى لا يمكن تحقيقه بسهولة بالمحركات الكهربية. وكذلك فإن أحجام المحركات الهيدروليكية صغيرة الحجم مقارنة بأحجام المحركات الكهربية التى لها نفس القدرة.

ولا يوجد مشكلة لو تعرضت المحركات الهيدروليكية لفرملة كاملة، وهذا بالطبع لا يوجد فى المحركات الكهربية. هذه الأسباب جعلت مصممو الآلات يفضلون استخدام المحركات الهيدروليكية فى كثير من التطبيقات. وفى الفقرات التالية سنتناول طرق التحكم فى المحركات الهيدروليكية.

٤ / ٩ / ١ - التحكم فى المحركات الهيدروليكية ذات الاتجاه الواحد :

فى الشكل (٤ - ٤٥) دائرة هيدروليكية لتنظيم سرعة محرك هيدروليكى اتجاه واحد ثابت السرعة، وكذلك دائرة التحكم الكهربية.



شكل (٤- ٤٥)

نظرية التشغيل:

أثناء فترة الراحة وتوقف المحرك الهيدروليكى 1، فإن كل خرج المضخة يعود للخزان.

وعند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1 ، وتباعًا يعمل Y1، فيتغير وضع التشغيل للصمام 3 للوضع الأيسر فيدور المحرك بسرعة منتظمة بغض النظر عن الحمل، ويمكن تغيير سرعة المحرك بتغيير معايرة صمام تنظيم التدفق المزدوج 2.

وعند الضغط على الضاغط S3 ينقطع التيار الكهربى عن K1 ، وتباعًا عن Y1، بينما يعمل K2 وتباعًا Y2، فيتغير وضع التشغيل للصمام 3 من الوضع الأيسر إلى الوضع الأيمن فيتوقف المحرك بفرملة نتيجة لانعكاس اتجاه تدفق الزيت الهيدروليكي في المحرك. أما عند الضغط على الضاغط S1 ينقطع التيار الكهربى عن K2 ، وتباعًا عن Y2، ويدور المحرك بعزم القصور الذاتى له إلى أن يقف، **ولذلك يمكن تعريف ضواغط التشغيل على النحو التالى:**

ضاغط إيقاف المحرك بعزم القصور الذاتى	S1
ضاغط تشغيل المحرك	S2
ضاغط إيقاف المحرك بفرملة	S3

وفى الشكل (٤ – ٤٦) دائرة هيدروليكية يوصل فيهاثلاثة محركات ثابتة السرعة تعمل فى اتجاه واحد على التوالى، وكذلك دائرة التحكم الكهربية.

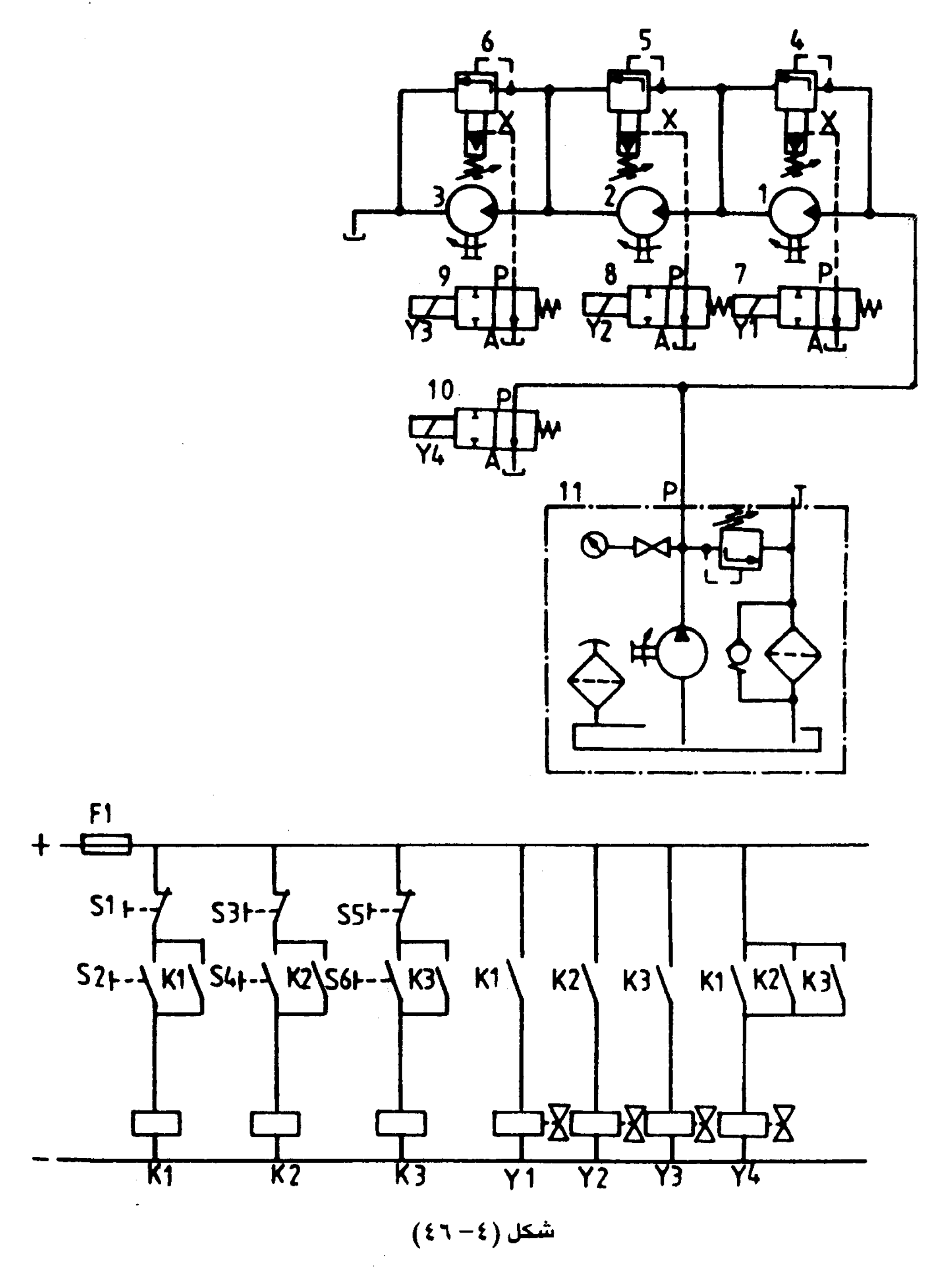
نظرية التشغيل:

فى الوضع الطبيعى تكون الصمامات التتابعية سابقة التحكم 6 , 5 , 4 فى وضع توصيل نتيجة لوصل خط التحكم لهم بالخزان من خلال الصمامات الاتجاهية , 8 , 7 9 وبذلك تتساوى ضغوط مداخل ومخارج المحركات نتيجة للمسارات البديلة الموجودة.

وبالتالى تكون المحركات متوقفة ويعود خرج المضخة كليا للخزان بواسطة صمام منع التحميل 10.

وعند الضغط على الضاغط S2 مثلا يعمل K1، وتباعًا يعمل Y4 ، Y1 ، فيتغير وضع التشغيل للصمام 7 ، وينتقل للوضع الأيسر فينقطع اتصال الوصلة X للصمام التتابعى 4 بالخزان، فيغلق الصمام التتابعى 4. وفى نفس الوقت يتغير وضع التشغيل للصمام 10 فينتقل الصمام للوضع الأيسر ليسمح بوصول خرج المضخة إلى المحركات الهيدروليكية فيدور المحرك 1.

وبنفس الطريقة يمكن إدارة المحرك 2 بالضغط على الضاغط S4، وكذلك إدارة المحرك 3 بالضغط على الضاغط S6.



6
5
4
X
X
X
3
2
1
9
8
7
P
P
P
Y3
Y2
Y1
A
A
A
10
P
Y4
A
11
P
T
F1
+
S1
S3
S5
S2
K1
S4
K2
S6
K3
K1
K2
K3
K1
K2
K3
–
K1
K2
K3
Y1
Y2
Y3
Y4

شكل (٤-٤٦)

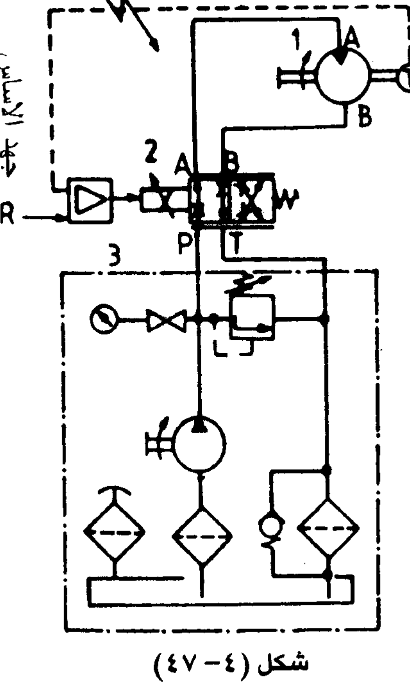
بينما يمكن إيقاف المحرك 1 بالضغط على الضاغط S1، وإيقاف المحرك 2 بالضغط على الضاغط S3 وإيقاف المحرك 3 بالضغط على الضاغط S5.

ملاحظات:

١ – يمكن إدارة محرك واحد أو أكثر من محرك فى أى لحظة.

٢ – تستخدم طريقة توصيل المحركات الهيدروليكية على التوالى فى هندسة السفن.

٣ – للصمامات التتابعية وظيفة أخرى وهى فرملة المحركات عند التوقف، وذلك لأنها تعمل مسار بديل لمرور الزيت الهيدروليكى بدلا من المرور عبر المحركات.

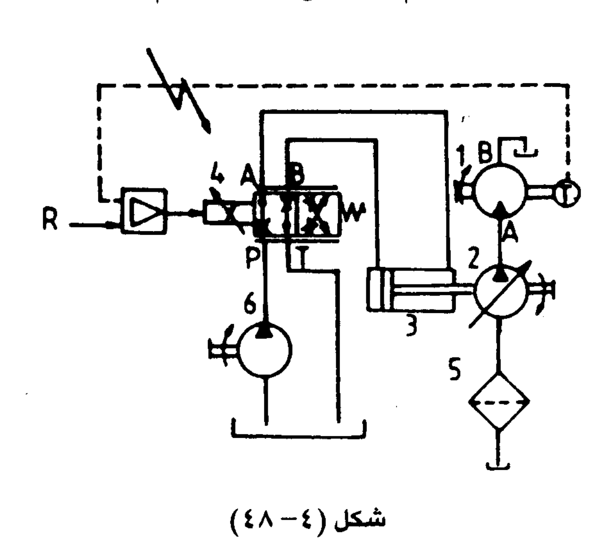


شكل (٤– ٤٧)

وفى الشكل (٤ – ٤٧) الدائرة الإلكتروهيدروليكية للتحكم فى سرعة محرك هيدروليكى وذلك بتنظيم تدفق الزيت الهيدروليكى باستخدام الصمام التناسبى 2 حيث يتم التحكم فيه بواسطة مكبر إلكترونى بمدخلين أحدهما: الجهد الأساسى وهو الجهد المقابل للسرعة المطلوبة، والثانى: هو الجهد العكسى (المرتد) والقادم من مولد تاكو مرتبط ميكانيكيا مع المحرك الهيدروليكى، ومن خواص هذا المولد أنه يحول السرعة الدورانية لجهد كهربى يتناسب خطيا مع السرعة.

وفى الشكل (٤ – ٤٨) الدائرة الإلكتروهيدروليكية للتحكم فى سرعة محرك هيدروليكى، وذلك بالتحكم فى الحجم الهندسى للمضخة المستخدمة، وهى مضخة مكبسية محورية ذات قرص مائل حيث يتم التحكم فى تدفقها بالتحكم فى زاوية ميل القرص المائل لها بواسطة أسطوانة مثبتة بالقرص المائل ويتم التحكم فى الأسطوانة بواسطة الصمام التناسبى 4، والذى يتم التحكم فيه بواسطة مكبر إلكترونى له مدخلان، **الأول** لجهد الأساس وهو الجهد المقابل للسرعة المطلوبة.

والثانى: هو الجهد العكسى والقادم من مولد تاكو مرتبط ميكانيكيا مع المحرك الهيدروليكى، ويلاحظ أنه تم تغذية الصمام التناسبى 4 بالزيت الهيدروليكى من مضخة هيدروليكية صغيرة الحجم الهندسى وثابتة الحجم 6.



شكل (٤-٤٨)

٤ / ٩ / ٢ - التحكم فى دائرة المحركات الهيدروليكية ذات الاتجاهين:

الشكل (٤ - ٤٩) يعرض دائرة هيدروليكية لتنظيم سرعة محرك هيدروليكى يدور فى اتجاهين وكذلك دائرة التحكم الكهربية له.

التعريف بضواغط التشغيل:

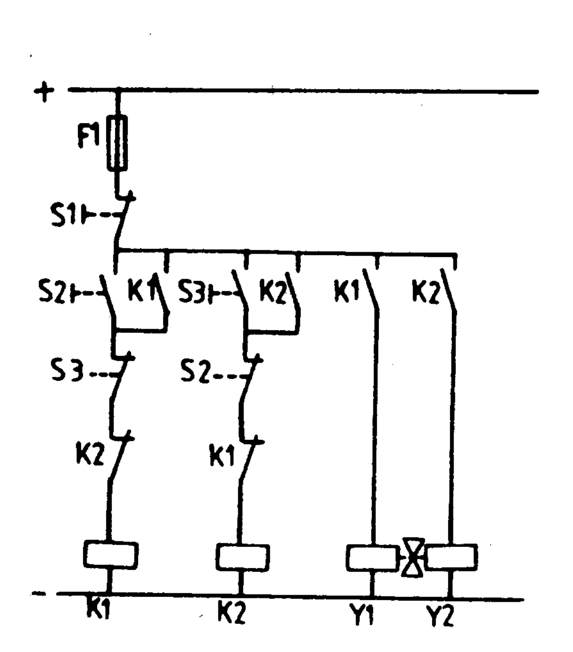
ضاغط إيقاف المحرك بعزم القصور الذاتى له S1

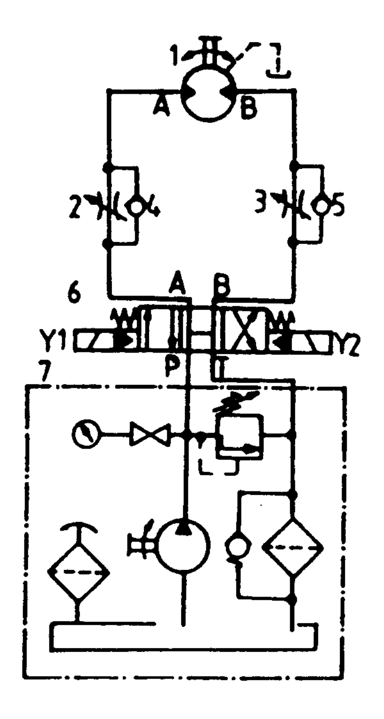
ضاغط دوران المحرك مع اتجاه عقارب الساعة S2

ضاغط دوران المحرك مع عكس اتجاه عقارب الساعة S3

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S1 يعمل K1، وتباعًا يعمل Y1، وينتقل الصمام 6 لوضع التشغيل الأيسر له، ويدور المحرك فى اتجاه عقارب الساعة، ويمكن تنظيم سرعته بواسطة صمام تنظيم التدفق المزدوج 2.





شكل (٤– ٤٩)

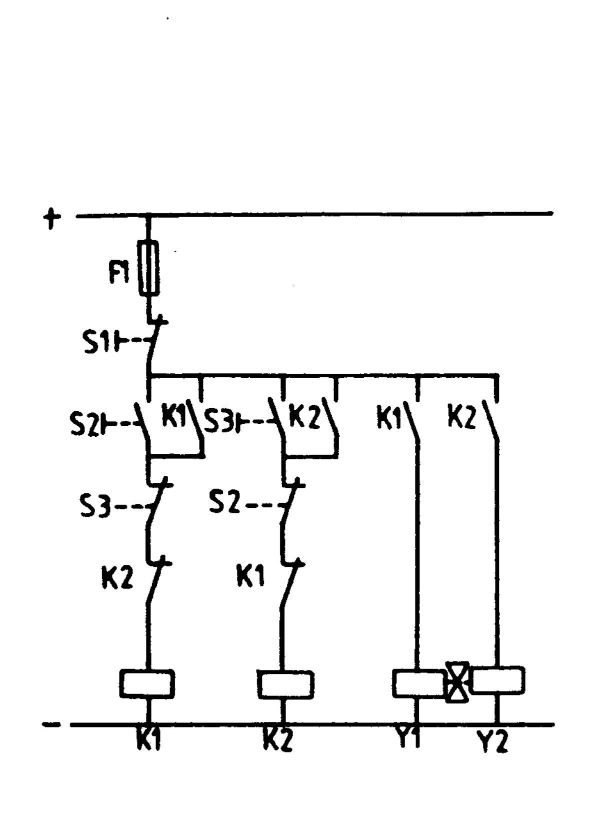
أما عند الضغط على الضاغط S1 ينقطع التيار الكهربى عن K1، وتباعًا عن Y1، ويدور المحرك بحرية بتأثير عزم القصور الذاتى للحمل حتى يتوقف.

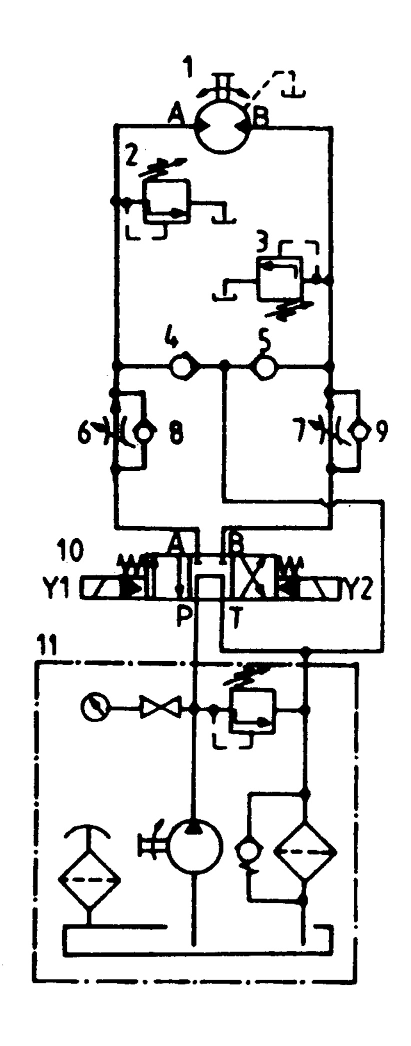
وعند الضغط على الضاغط S3 يعمل K2، وتباعًا ويعمل Y2 وينتقل الصمام 6 لوضع التشغيل الأيمن له ويدور المحرك فى عكس اتجاه عقارب الساعة، ويمكن تنظيم سرعته بواسطة صمام تنظيم التدفق المزدوج 3.

ملاحظة:

الصمام اللارجعى 4 يعمل مسار بديل لصمام تنظيم التدفق المزدوج 2 عند دوران المحرك فى عكس اتجاه عقارب الساعة، أما الصمام اللارجعى 5 يعمل مسار بديل لصمام تنظيم التدفق المزدوج 3 عند دوران المحرك فى اتجاه عقارب الساعة.

وفى الشكل (٤ – ٥٠) دائرة هيدروليكية أخرى لتنظيم سرعة محرك هيدروليكى يدير أحمالاً ذات عزم قصور ذاتى كبير فى اتجاهين متضادين وكذلك دائرة التحكم الكهربية.





شكل (٤- ٥٠)

التعريف بضواغط التشغيل:

ضاغط إيقاف المحرك بفرملة	S1
ضاغط دوران المحرك مع اتجاه عقارب الساعة	S2
ضاغط دوران المحرك مع عكس اتجاه عقارب الساعة	S3

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1، وتباعًا يعمل Y1، ويتغير وضع التشغيل للصمام 10 للوضع الأيسر ويدور المحرك فى اتجاه عقارب الساعة، ويمكن تنظيم سرعة المحرك بواسطة صمام تنظيم التدفق المزدوج 6.

وعند الضغط على الضاغط S1 ينقطع التيار الكهربى عن K1, Y1، ويعود الصمام 10 لوضعه المركزى ويتوقف المحرك بفرملة ولكن عزم القصور الذاتى الكبير للمحرك يحاول إدارة المحرك، فيزداد الضغط عند الفتحة B، وذلك لأن المحرك يعمل كمضخة، وهذا الضغط كافى لإحداث تلفيات فى مواسير خط الضغط، لذلك فإن صمام تصريف الضغط المباشر 3 يقوم بتصريف الضغط الزائد إلى الخزان.

وفى نفس الوقت يحدث تفريغ شديد فى خط السحب للمحرك، وتحدث ظاهرة تعرف بالتكهيف Cavitation. أى خروج رغاوى من المضخة تعمل على تآكل خط الطرد وأيضًا العضو الدوار للمضخة الأمر الذى يؤدى لحدوث تآكل فى خط السحب إذا لم تستخدم وسيلة لإعادة إمداد خط السحب بالزيت الهيدروليكى، ويستخدم فى ذلك الصمام اللارجعى 4، حيث يسمح هذا الصمام بإمرار الزيت الهيدروليكى لخط السحب عند حدوث تفريغ شديد فى هذا الخط.

وعند الضغط على الضاغط S3 يعمل K2، وتباعًا يعمل Y2، ويدور المحرك فى عكس اتجاه عقارب الساعة، ويمكن تنظيم سرعة المحرك بواسطة صمام تنظيم التدفق المزدوج 7.

وعند الضغط على الضاغط S1 ينقطع التيار الكهربى عن K2، وكذلك Y2، ويعود الصمام الاتجاهى 10 لوضعه المركزى، فيتوقف المحرك بفرملة ولكن عزم القصور الذاتى الكبير للمحرك يحاول إدارة المحرك فيزداد الضغط عند الفتحة A للمحرك، ويقوم صمام تصريف الضغط المباشر 2 بتصريف الضغط الزائد من الفتحة A إلى الخزان، وكذلك ينخفض الضغط عند الفتحة B للمحرك فيقوم الصمام اللارجعى 5 بإمداد الزيت الهيدروليكى من وحدة القدرة إلى الفتحة B لرفع الضغط.

الباب الخامس

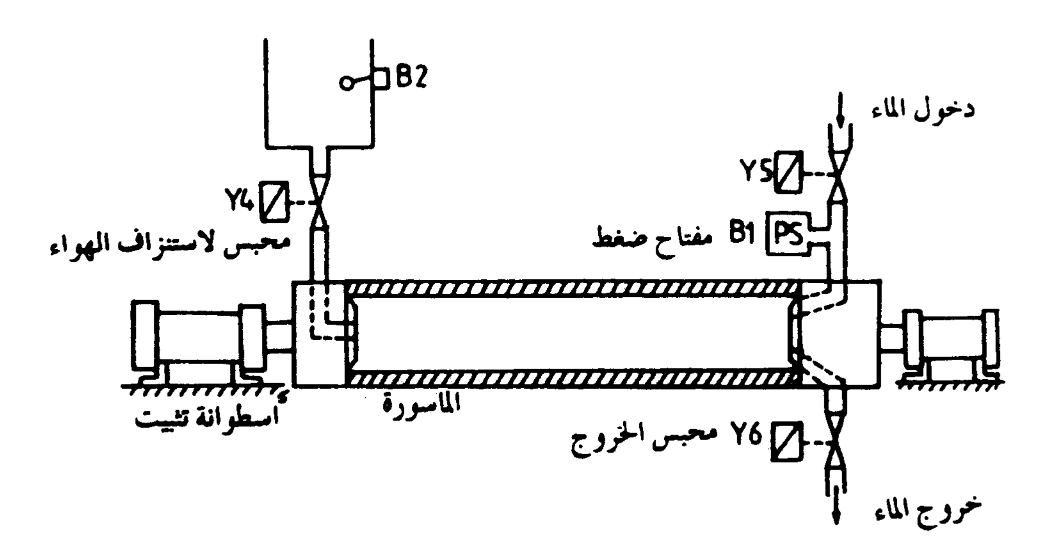
التطبيقات على التحكم الهيدروليكى

تطبيقات على التحكم الهيدروليكى

٥ / ١ - وحدة اختبار المواسير الصلب :

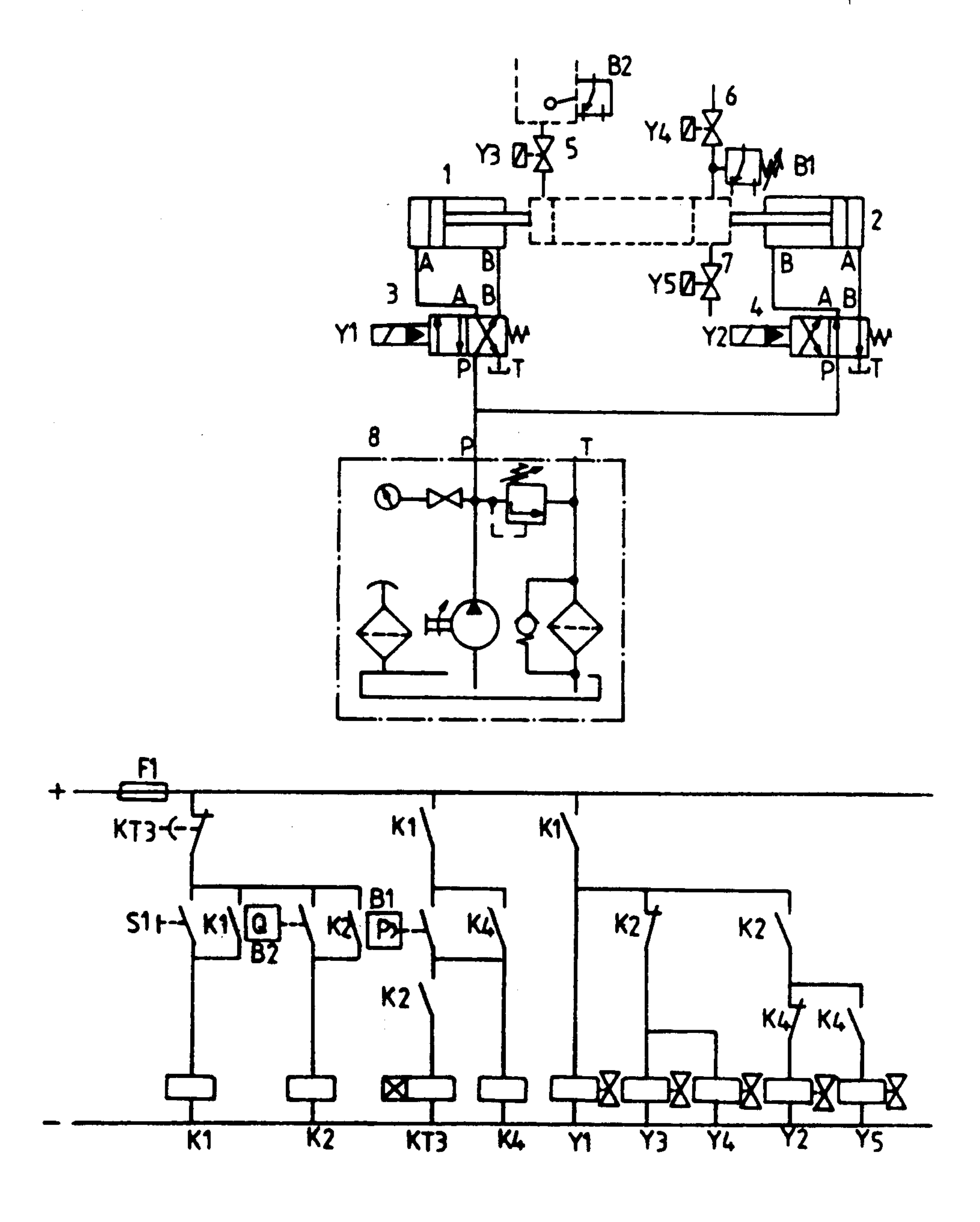
إن عملية اختبار عدد كبير من مواسير الصلب يحتاج لوحدة أتوماتيكية مزودة بنظام متكامل للتغذية بالمواسير، وعادة تستخدم وحدة هيدروليكية لاختبار المواسير مزودة بمصدر ضغط منخفض من الماء. وتتلخص فكرة عمل هذه الوحدة فى تثبيت الماسورة بين فكى أسطوانتين هيدروليكيتين، ثم السماح للماء بملء الماسورة، وبعد ذلك يتم زيادة الضغط وصولا لضغط الاختبار.

والشكل (٥ - ١) يبين المخطط التقنى لوحدة اختبار مواسير الصلب الهيدروليكية.



شكل (٥ - ١)

أما الشكل (٥ – ٢) فيعرض الدائرة الهيدروليكية لهذه الوحدة وكذلك دائرة التحكم الكهربية .



شكل (٥ – ٢)

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

أسطوانة تثبيت	1
أسطوانة رفع ضغط الماء	2
صمام 4/2 بملف وياى	3/4
محبس استنزاف الهواء من الماسورة	5
محبس دخول الماء للماسورة	6
محبس خروج الماء من الماسورة	7
وحدة القدرة الهيدروليكية	8

محتويات دائرة التحكم الكهربية :

ضاغط بدء دورة الاختبار	S1
مفتاح ضغط	B1
مفتاح عوامة	B2
كونتاكتورات كهربية	K1, K2 , K4
مؤقت زمنى معاير على 3 min	KT3
ملفات الصمامات الكهربية	Y1....Y6

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S1 يعمل K1، وتباعاً يعمل Y1, Y3, Y4 فيتغير وضع تشغيل الصمام 3 من الوضع الابتدائى إلى الوضع الثانوى الأيسر، فتتقدم الأسطوانة 1 لتثبيت الماسورة ، ويفتح المحبس 5, 6 فيندفع الماء إلى داخل الماسورة ويرتفع منسوب الماء داخل المخبار إلى أن يصل إلى مستوى العوامة B2، فيعمل مفتاح العوامة على غلق الريشة المفتوحة له فيعمل الكونتاكتور K2، وتباعا ينقطع التيار الكهربى عن Y3, Y4، فيغلق المحبسين 5, 6 بينما يعمل Y2، فيتغير وضع تشغيل الصمام 4 لوضع التشغيل الأيسر فتتقدم الأسطوانة 2 للأمام لرفع ضغط الماء داخل

الماسورة وصولا للضغط المعاير عليه مفتاح الضغط B1، فيغلق ريشته المفتوحة فيعمل KT3, K4، وتباعا يعمل Y3، ويفصل Y2، فتتراجع الأسطوانة 2 للخلف ويفتح المحبس 7 لخروج ماء الاختبار. وبعد انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت الزمنى KT3 تفتح الريشة المغلقة للمؤقت، فينقطع التيار الكهربى عن K1, K2، وتباعا عن باقى الوحدة، وتتراجع الأسطوانة 1 للخلف استعداداً لدورة تشغيل جديدة.

٥ / ٢ - المقشطة النطاحة:

الشكل (٥ - ٣) يعرض الدائرة الهيدروليكية ودائرة التحكم الكهربية لمقشطة نطاحة تستخدم فى ورش الإنتاج لعمل مجارى طولية فى الشغلات المعدنية. وتتكون المقشطة النطاحة من أسطوانتين الأسطوانة 1 لتثبيت الشغلة، أما الأسطوانة 2 فتقوم بتثبيت آله القطع، وتتحرك حركة ترددية ذهاباً وإياباً علماً بأن سرعة الذهاب يمكن التحكم بواسطة صمام تنظيم التدفق المزدوج 5 .

محتويات الدائرة الهيدروليكية:

أسطوانة تثبيت الشغلات	1
أسطوانة آلة القطع	2
صمام اتجاهى 4/2 بملف وياى	3
صمام اتجاهى 4/3 بملفين	4
صمام تنظيم تدفق مزدوج بتعويض الضغط	5
صمام لارجعى	6
وحدة القدرة الهيدروليكية	7

محتويات دائرة التحكم الكهربية:

مصهر حماية دائرة التحكم من القصر	
ضاغط إيقاف المقشطة	S1
ضاغط تثبيت الشغلة	S2

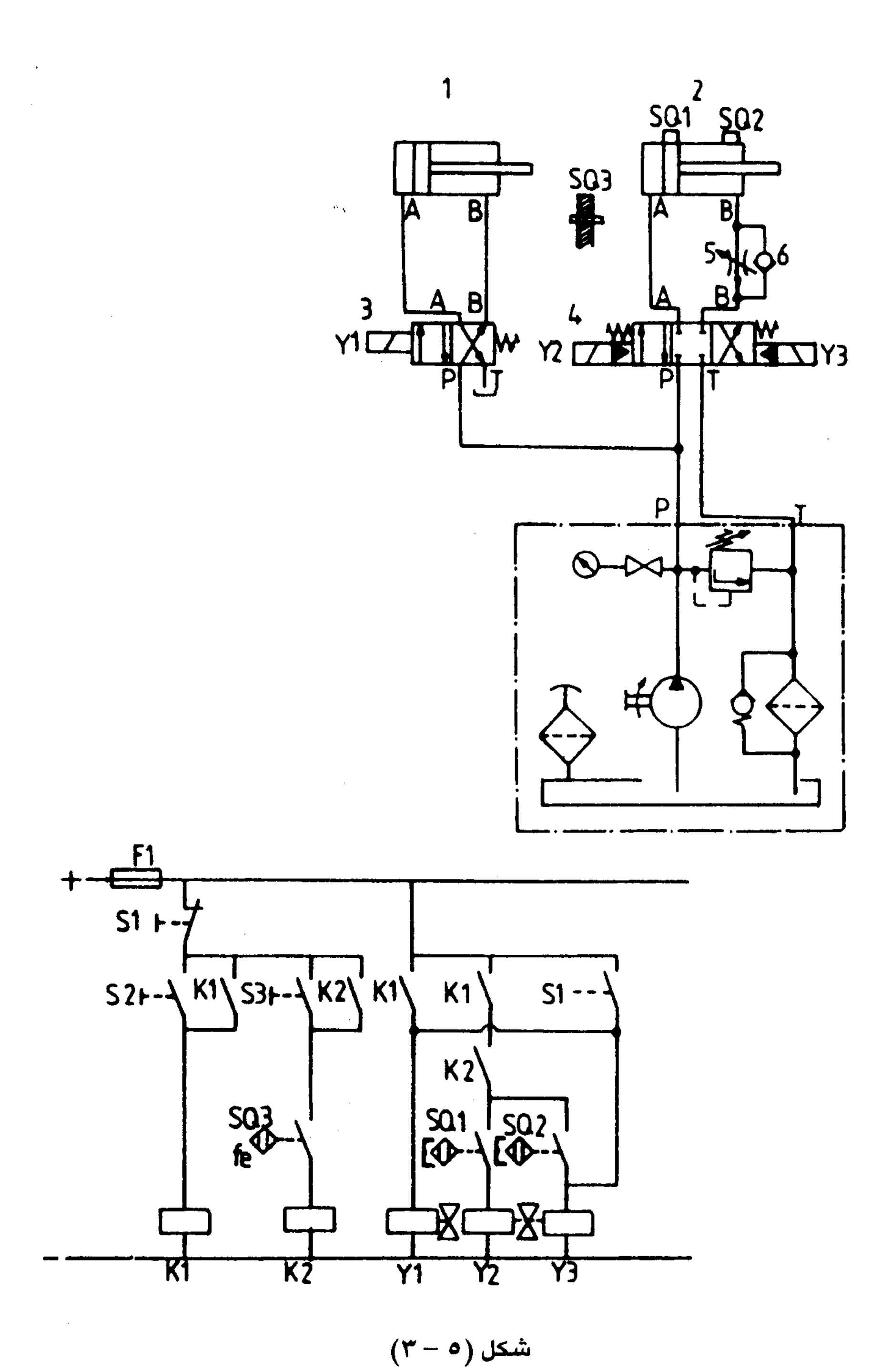
ضاغط تشغيل المقشطة	S3
مفتاح تقاربى مغناطيسى	SQ1, SQ2
مفتاح تقاربى حثى	SQ3
كونتاكتورات كهربية	Kl, K2
ملفات كهربية للصمامات الاتجاهية	Y1, Y2, Y3

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل k1 ، وتباعا يعمل Y1، فيتغير وضع التشغيل للصمام3 للوضع الثانوى الأيسر فتتقدم الأسطوانة1 للأمام لتثبيت الشغلة وصولا للمفتاح التقاربى الحثى SQ3 ، فيعمل هذا المفتاح. وعند الضغط على الضاغط S3 يعمل K2 وحيث إن الأسطوانة 2 تكون فى بادئ الأمر متراجعة للخلف فإن المفتاح التقاربى المغناطيسى SQ1 سيغلق ريشته المفتوحة فيعمل Y2 وتتقدم الأسطوانة2 للأمام وصولاً للمفتاح التقاربى المغناطيسى SQ2 فيغلق ريشته، وبالتالى يصل تيار كهربى للملف Y3 فتتقدم الأسطوانة 2 للأمام وتستمر الأسطوانة 2 تتحرك حركة ترددية إلى أن يقوم المشغل بالضغط على الضاغط S1 فينقطع التيار الكهربى عن الكونتاكتور K1, K2 وفى نفس الوقت يصل تيار كهربى للملف Y1, Y3 فتتراجع الأسطوانة 2 للخلف وعند إزالة الضغط عن ضاغط الإيقاف S1 ينقطع التيار الكهربى عن الملف Y1, Y3 فتتراجع الأسطوانة للخلف بالسرعة المعتادة.

ملاحظة:

أثناء تشغيل المقشطة النطاحة تجرى عملية التغذية الرأسية لآلة القطع بوسيلة يدوية معدة لذلك.



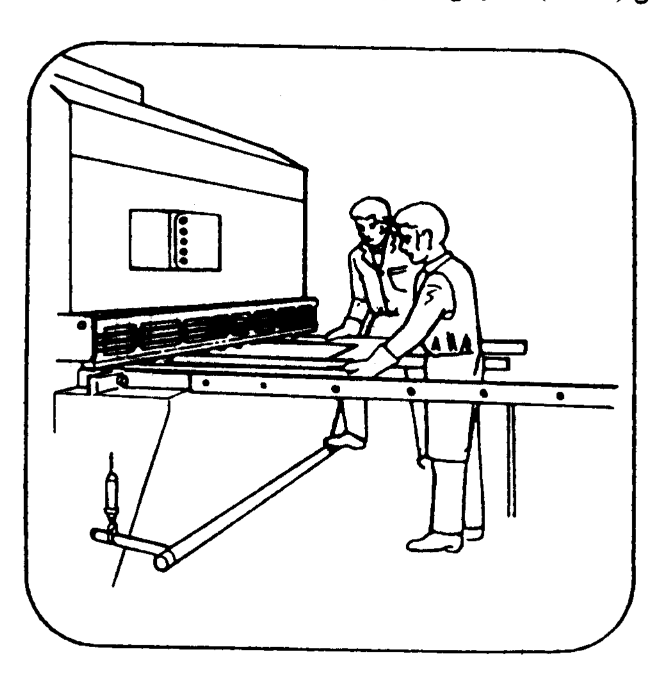
1
2
SQ1
SQ2
SQ3
A
B
A
B
5
6
3
A
B
4
A
B
Y1
P
T
Y2
P
T
Y3
P
T
F1
S1
S2
K1
S3
K2
K1
K1
S1
K2
SQ3
fe
SQ1
SQ2
K1
K2
Y1
Y2
Y3

شكل (٥ – ٣)

٥ / ٣ - المقص الهيدروليكى :

تستخدم المقصات الهيدروليكية لقص ألواح الصاج والتى يصل سمكها إلى حوالى10 mm ، والشكل (٥ – ٤) يعرض المخطط التقنى لأحد المقصات الهيدروليكية .

أما الشكل (٥–٥) فيعرض الدائرة الهيدروليكية لهذا المقص .

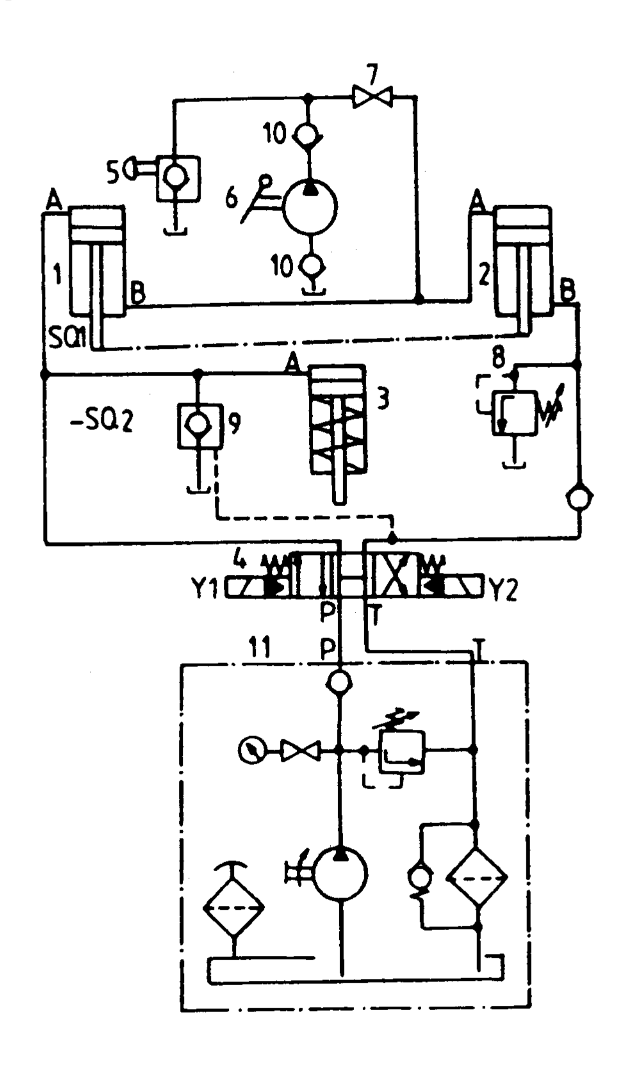


شكل (٥ – ٤)

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

أسطوانة الضغط	1
أسطوانة العودة	2
أسطوانة التثبيت	3
صمام4/3 سابق التحكم بملفين كهربيين ويايين	4
صمام لارجعى يعمل كمسار بديل بضاغط يدوى	5

مضخة هيدروليكية يدوية	6
محبس يدوى	7
صمام تصريف ضغط	8
صمام لارجعى بإشارة تحكم	9
صمامات لارجعية	10



شكل (٥ – ٥)

والشكل (٥ - ٦) يعرض دائرة التحكم الكهربية للمقص.

محتويات دائرة التحكم الكهربية :

ضاغط طوارئ	S1
ضاغط يعمل بالقدم	S2
مفتاح دوار له ثلاثة مواضع وهى :	Q1
للقص مرة واحدة والعودة ذاتيا عند تحرير البدال	0
قص متكرر وعودة بعد تحرير البدال	1
قص مرة واحدة وعودة بعد تحرير البدال	2
نهاية مشوار العودة لسلاح المقص	SQ1
نهاية مشوار الذهاب لسلاح المقص	SQ2
كونتاكتورات كهربية	K1, K2, K3
مؤقت زمنى لمعايرة زمن القص والمعتمد على سمك اللوح	DI
ملفات كهربية	Y1, Y2

شكل (٥ - ٦)

نظرية التشغيل :

فى البداية يعمل الكونتاكتور K2 لاكتمال مسار تياره وهناك ثلاث حالات لتشغيل المقص وهى كما يلى :

القص مرة واحدة وعودة ذاتية :

يوضح المفتاح الدوار Q1 ثم نضغط على البدال S2 بالقدم فيعمل K1، وتباعا يعمل Dl, Yl، فيتغير وضع التشغيل للصمام 4 من الوضع المركزى إلى الوضع الأيسر فتتقدم أسطوانة التثبيت 3 للأمام لتثبيت لوح الصاج، وكذلك تتقدم أسطوانتا سلاح المقص 2 وهما مرتبطتان معا ميكانيكيا وموصلان على التوالى هيدروليكيا وبعد انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت Dl يعمل K3 وبالتالى ينقطع مسار التيار عن K1, K2 ويعمل Y2، فيتغير وضع التشغيل للصمام 4 للوضع الأيمن فتتراجع الأسطوانتان 2 ,1 للخلف، وكذلك يفتح الصمام اللارجعى ذو إشارة التحكم 9 ليسمح بإعادة الزيت الموجود خلف الأسطوانة 3 للخزان بفعل قوة دفع ياى الإرجاع .

ملاحظة :

وضع سهم لأعلى بجوار SQ1 يعنى أن ريشة المفتاح SQ1 مغلقة طبيعيا، وهى مفتوحة الآن؛ نتيجة لتعرض المفتاح SQ1 لدفع بواسطة كامة مثبتة على عمود الأسطوانة 1 .

قص متكرر وعودة بعد تحرير البدال :

على وضع 1ثم نضغط على البدال S2 بالقدم فيعمل K1، وتباعا يعمل Y1، وتتقدم الأسطوانات 3 ,2 ,1 للأمام فيتحرر مفتاح نهاية المشوار SQ1 وتعود ريشة المفتاح SQ1 لحالتها الطبيعية، أى مغلقة من جديد، وعند وصول الأسطوانة 1 إلى نهاية المشوار SQ2 يعمل K3 فينقطع التيار الكهربى عن K1, K2 ، ويعمل Y2، وتتراجع الأسطوانات 3 ,2 ,1 للخلف، وعندما تصل الأسطوانة لمفتاح نهاية المشوار SQ1 مرة أخرى ينقطع التيار الكهربى عن K3، فيعمل K2، وتباعاً K1، وتتكرر

الدورة من جديد وتستمر حركة المقص حركة ترددية إلى أن يقوم المشغل برفع قدمه عن البدالS2 .

قص مرة واحدة وعودة بعد تحرير البدال :

يوضع المفتاح الدوار Q1 على وضع 2 ثم نضغط على البدال S2 بالقدم فيعمل K1 ، وتباعاً Y1، وتتقدم الأسطوانات 3 ,2 ,1 فيتحرر SQ1 وتعود ريشته المفتوحة المغلقة طبيعيا ويظل الوضع هذا إلى أن يقوم المشغل برفع قدمه عن البدال فينقطع التيار الكهربى عن K1، بينما يعمل K3 فتتراجع الأسطوانات 3 ,2 ,1 إلى أن تصل الأسطوانة 1 لمفتاح نهاية المشوار SQ1 فينقطع التيار الكهربى عن K3 وتباعا عن Y2.

ملاحظات :

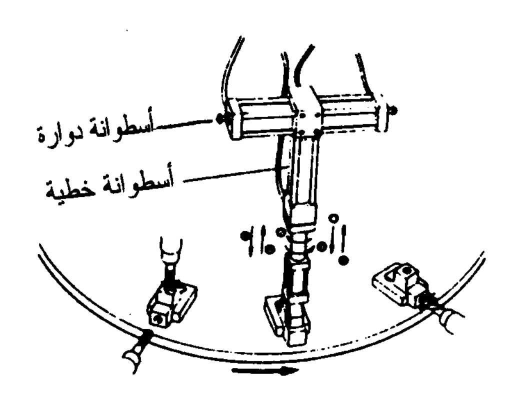
١ – عند انقطاع التيار الكهربى أثناء تقدم الأسطوانات يمكن إعادة الأسطوانات للخلف بفتح المحبس اليدوى 7 ثم التحريك يدويا للمضخة الهيدروليكية اليدوية 6 فتتراجع الأسطوانات 3 ,2 ,1 للخلف.

٢ – المؤقت الزمنى D1 ليس له عمل إلا عند التشغيل مرة واحدة والعودة ذاتيا بغض النظر عن رفع القدم عن البدال من عدمه.

٥ / ٤ – طاولة التقسيم ذات الشغلات الخفيفة :

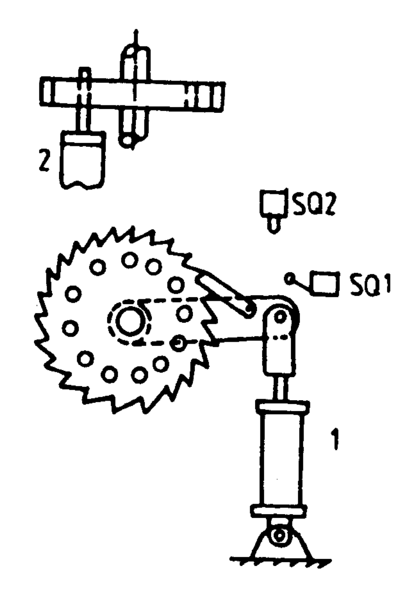
تستخدم طاولات التقسيم فى خطوط الإنتاج لعمل أكثر من عملية على الشغلة الواحدة. والشكل (٥ – ٧) يعرض صورة لإحدى طاولات التقسيم المستخدمة فى خطوط الإنتاج.

وتدور طاولة التقسيم بزوايا تحدد قيمتها تبعاً لموضع آلات القطع المستخدمة. وفى الشكل ذاته بعض الأسهم الدالة على الحركات المختلفة للأسطوانات المستخدمة فى طاولة التقسيم.



شكل (٥ – ٧)

والشكل (٥ – ٨) يبين مسقطا رأسياً وجانبياً لطاولة تقسيم تدور بزوايا متساوية أقل من أو تساوى 60° تبعا لتصميمها وتستخدم أسطوانة ثنائية الفعل لإدارة الطاولة بينما تستخدم أسطوانة أحادية الفعل لتحديد مكان وقوف الطاولة حيث يدخل ذراع الأسطوانة داخل ثقب فى الطاولة لإيقافها فى المكان المناسب.



شكل (٥ – ٨)

وفى الشكل (٥ – ٩) الدائرة الهيدروليكية ودائرة التحكم الكهربية لطاولة التقسيم.

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

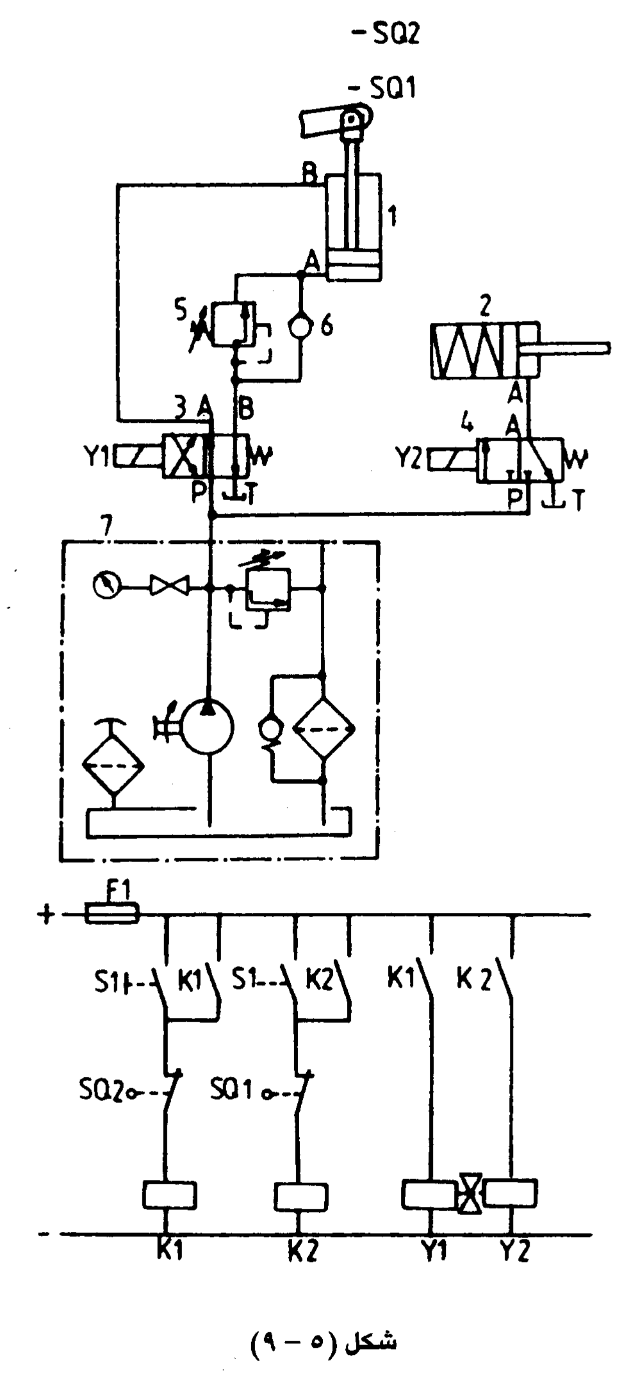
أسطوانة ثنائية الفعل	1
أسطوانة أحادية الفعل بياى تقدم	2
صمام 4/2 بملف وياى	3
صمام 3/2 بملف وياى	4
صمام تتابعى مباشر	5
صمام لارجعى	6
وحدة القدرة الهيدروليكية	7

محتويات دائرة التحكم الكهربية :

ضاغط إدارة طاولة التقسيم	S1
نهاية مشوار فى منتصف شوط الأسطوانة	SQ1
نهاية مشوار فى نهاية شوط الأسطوانة	SQ2
كونتاكتورات كهربية	K1, K2
ملفات كهربية للصمامات الاتجاهية	Y1, Y2

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S1 **يعمل K1** وتباعا يعمل (K2, K1) وتباعاً يعمل Y2 ، فيتغير وضع التشغيل للصمام 3,4 للوضع الأيسر فتتراجع الأسطوانة 2للخلف، بينما تتقدم الأسطوانة 1 للأمام لتدير طاولة التقسيم، وعند وصول الأسطوانة 1 لمكان نهاية المشوار SQ1 ينقطع التيار الكهربى عن K2، وتباعا عن Y2 فيعود الصمام 4 لوضعه الابتدائى فتتقدم الأسطوانة 2 تقدماً غير كامل إلى أن يصبح عمود الأسطوانة 2 فى مواجهة ثقب على طاولة التقسيم فينطلق بداخل الثقب مما يسبب فرملة طاولة التقسيم، وفى نفس اللحظة تكون الأسطوانة 1 قد وصلت لمكان مفتاح نهاية المشوار SQ2 فينقطع التيار الكهربى عن K1، وتباعا عن Y1، ويعود الصمام 3 لوضعه الابتدائى فتتراجع الأسطوانة 1 للخلف استعدادا لدورة تشغيل جديدة.



-SQ2
-SQ1
B
1
A
5
6
2
3 A
B
A
4
A
Y1
W
Y2
W
P
T
P
T
7
F1
+
S1
K1
S1
K2
K1
K 2
SQ2
SQ1
-
K1
K2
Y1
Y2

شكل (٥ – ٩)

ملاحظة :

عند تراجع الأسطوانة 1 للخلف فإن الطاولة لا تدور فى الجهة العكسية وذلك لطبيعة النظام الميكانيكى المستخدم.

٥ / ٥ - المكبس الهيدروليكى ذو الضغط العالى والمنخفض :

فى الشكل (٥ - ١٠) الدائرة الهيدروليكية ودائرة التحكم الكهربية لهذا المكبس.

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

أسطوانة المكبس	1
صمام 4/2 بملفين كهربيين سابق التحكم	2
مركم هيدروليكى	3
صمامات لارجعية	4,5,6,7
صمام 4/2 بملف وياى	8
وحدة القدرة الهيدروليكية مزودة بمضختين	9

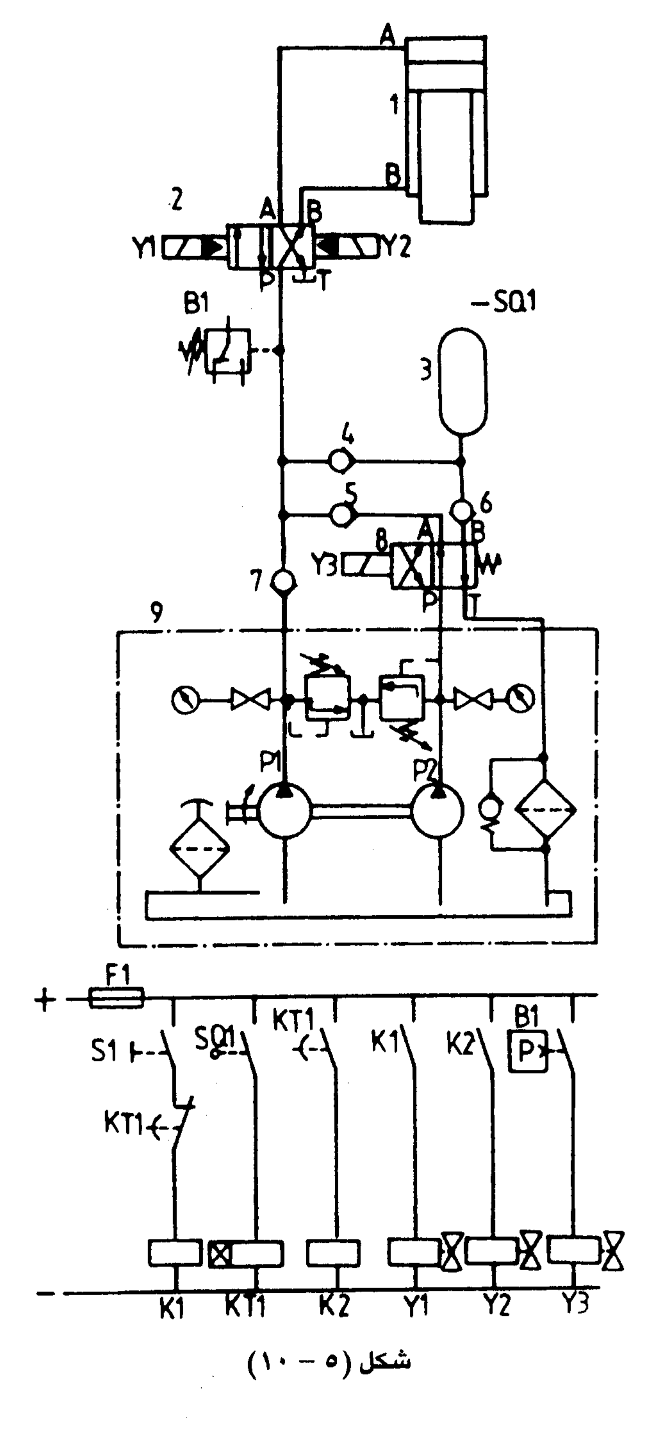
محتويات دائرة التحكم الكهربية :

مصهر حماية الدائرة الكهربية من القصر	F1
ضاغط التشغيل	S1
مفتاح نهاية مشوار الذهاب	SQ1
مفتاح ضغط	B1
كونتاكتورات التشغيل	K1, K2
مؤقت زمنى	KT1
ملفات الصمامات الاتجاهية	Y1, Y2, Y3

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S1 يعمل K1، وتباعا يعمل Y1، فيتغير وضع التشغيل للصمام 2 للوضع الأيسر، ويتدفق خرج المركم3 والمضختين P1, P2، إلى الأسطوانة 1، فتتقدم بسرعة للأمام وصولا لمفتاح نهاية المشوار SQ1 فيعمل المؤقت KT1، ويزداد الضغط خلف مكبس الأسطوانة 1، فيعمل مفتاح الضغط B1 فيعمل Y3، فيتغير وضع التشغيل للصمام 8 للوضع الأيسر، فتعمل المضخة P2 ذات الحجم الكبير والضغط الصغير على شحن المركم، بينما تعمل المضخة P1 ذات الحجم الصغير والضغط الكبير على غلق الصمام اللارجعى4,5 لمنع وصول تدفق المضخة P2 للأسطوانة 1، وفى نفس الوقت ترفع الضغط خلف الأسطوانة 1 للقيمة المعاير عليها صمام تصريف الضغط الخاص بها فى وحدة القدرة الهيدروليكية. وبعد انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت KT1، يغلق ريشته المفتوحة ويفتح ريشته المغلقة فينقطع التيار الكهربى عن K1، وتباعاً عن Y1، بينما يعمل K2، وتباعا Y2، فتتراجع الأسطوانة 1 للخلف بسرعة نتيجة لتدفق خرج المركم 3 والمضختين P1, P2 للأسطوانة، وعندما تصل الأسطوانة لنهاية شوط العودة يزداد الضغط أمام المكبس فيعمل B1 على غلق ريشته المفتوحة، وتباعاً يعمل Y3 فيتغير وضع التشغيل للصمام 8 فتقوم الأسطوانة P2 بشحن المركم 3، وتقوم P1 بزيادة ضغط الأسطوانة.

ويحدد ضغط المركم الضغط المعاير عليه صمام تصريف ضغط المضخة P2، ويحدد أقصى ضغط تشغيل للدائرة الهيدروليكية صمام تصريف ضغط المضخة P1.


A
1
B
2
A
B
Y1
Y2
P
T
B1
-SQ1
3
4
5
6
8
A
B
Y3
7
P
T
9
P1
P2
F1
+
S1
SQ1
KT1
K1
K2
B1
P
KT1
-
K1
KT1
K2
Y1
Y2
Y3

شكل (٥ – ١٠)

٥ / ٦ - صناعة المنتجات البلاستيكية :

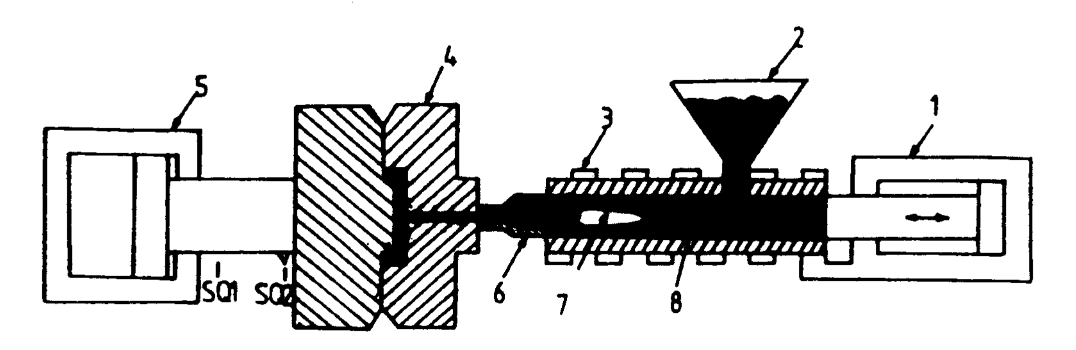
قبل أن نبدأ فى سرد الطرق المختلفة المستخدمة فى صناعة المنتجات البلاستيكية يجب أن نلقى الضوء على المواد البلاستيكية، **وتنقسم المواد البلاستيكية إلى قسمين رئيسيين وهما :**

١ - **المواد البلاستيكية المتصلبة حرارياً :** وتتميزهذه المواد بأنها تفقد لدونتها بعد تصلبها الأول أى لا يمكن إعادة تسخينها وتشكيلها من جديد، وإذا تم تسخينها لدرجة حرارة فوق درجة انصهارها تتفحم وتنهار دون أن تتلدن وتكون هذه المواد فى صورة حبيبات أو مسحوق .

٢ - **المواد البلاستيكية الحرارية :** وتتميز هذه المواد بأنها تتلدن بالحرارة أثناء تسخينها وتتصلب بالبرودة أثناء تبريدها . وتتميز هذه المواد بأنها تفقد لدونتها بتكرار التسخين والتبريد وتكون هذه المواد فى صورة حبيبات أو مسحوق أيضا .

وهناك عدة طرق لتصنيع المنتجات البلاستيكية أهمها : طريقة القولبة بالحقن، وتستخدم هذه الطريقة عادة لتشكيل المواد البلاستيكية الحرارية ، وقليلا ما تستخدم فى تشكيل المواد البلاستيكية المتصلبة حرارياً .

وهناك عدة أنواع لآلات الحقن سنتناول بعضها فى هذا الكتاب . وفى الشكل (٥ - ١١) مسقط لآلة حقن تقليدية .



شكل (٥ - ١١)

حيث إن :

أسطوانة الحقن	1	فونية الحقن	6
قمع الآلة وبه مسحوق البلاستيك	2	الطوربيد	7
غرفة تسخين	3	بلاستيك متلدن	8
القالب	4		
أسطوانة القالب	5		

وطريقة عمل آلة الحقن كما يلى :

توضع حبيبات أو مسحوق المادة البلاستيكية فى قمع ، ثم تنقل الحبيبات أو المسحوق إلى غرفة التسخين لتقوم أسطوانة الحقن بدفعها باستمرار عبر الرأس الساخن لغرفة التسخين حيث تتلدن، وبعدهاتدفع جهة الطوربيد الذى يقوم بتسخين الجزء الداخلى من كتلة البلاستيك المنصهر، وبعد ذلك تتدفق المادة المنصهرة للخارج من فوهة غرفة التسخين « فونية الحقن » لتستقر فى تجويف القالب بضغط يصل إلى حوالى 1.5:2 ton/cm لذلك يوضع القالب عادة داخل غرفة يتم غلقها بواسطة شبكة أمان لحماية القائمين بتشغيل آلة الحقن.

وجدير بالذكر أن آلات الحقن التقليدية هى النوع الوحيد فى آلات الحقن القادرة على إنتاج قطع بلاستيكية مزخرفة الألوان.

وفى الشكل (٥ - ١٢) الدائرة الهيدروليكية لآلة الحقن ودائرة التحكم الكهربية

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

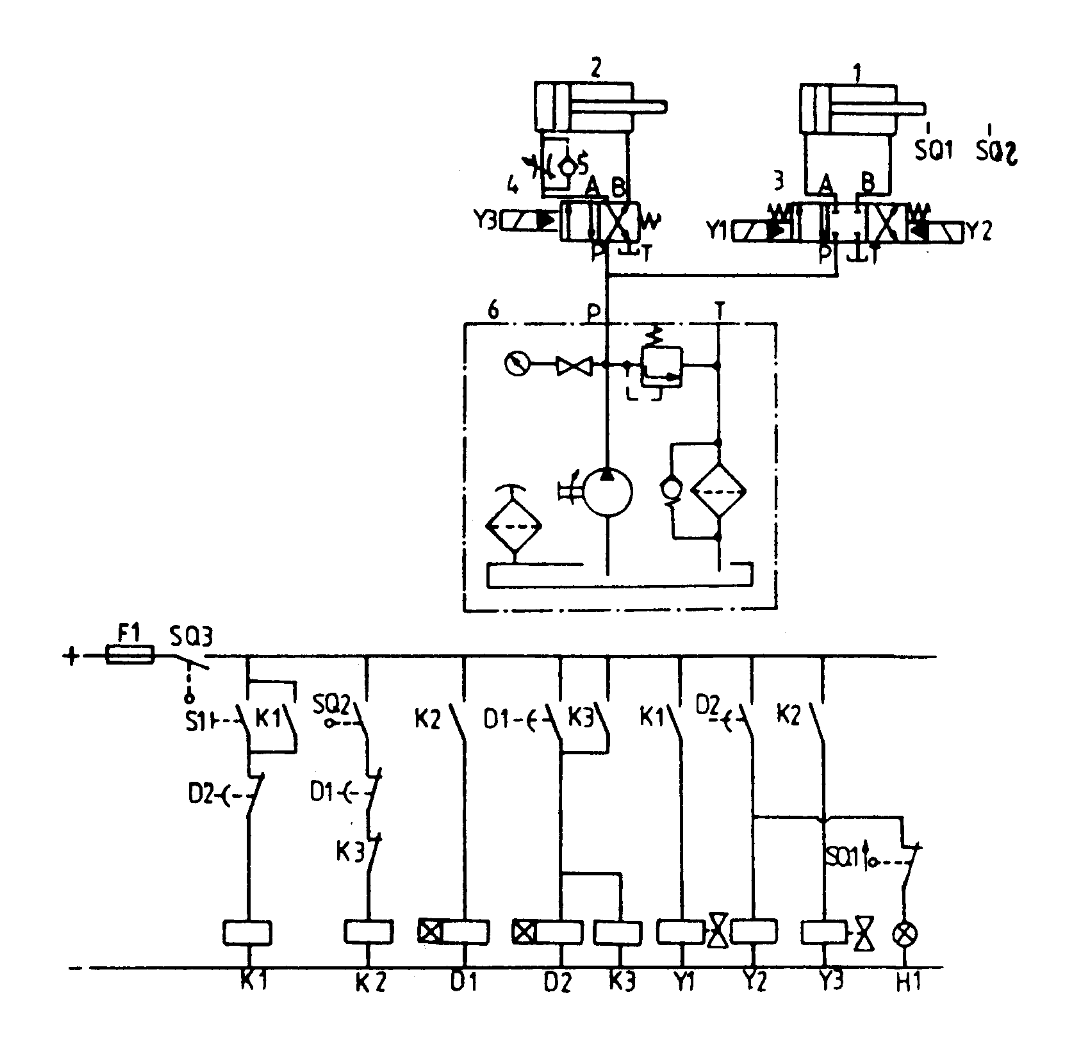
أسطوانة القالب	1
أسطوانة الحقن	2
صمام 4/3 بملفين ويايين	3
صمام 4/2 بملف وياى	4
صمام خانق لارجعى قابل المعايرة	5
وحدة القدرة الهيدروليكية	6

محتويات دائرة التحكم الكهربية :

مصهر حماية دائرة التحكم من القصر	F1
ضاغط تشغيل آلة الحقن	S1
مفتاح نهاية مشوار الذهاب للأسطوانة 1	SQ1
مفتاح نهاية مشوار العودة للأسطوانة 1	SQ2
مفتاح نهاية مشوار الذهاب لشبكة الأمان	SQ3
كونتاكتورات كهربية	K1, K2, K3
مؤقت زمنى لتحديد زمن الحقن	D1
مؤقت زمنى لتحديد زمن التبريد	D2
ملفات الصمامات الاتجاهية	Y1, Y2, Y3
لمبة الإشارة بانتهاء دورة التشغيل	H1

نظرية التشغيل :

فى البداية يقوم المشغل بغلق شبكة الأمان باليد فيعمل مفتاح المشوار SQ3 على غلق ريشته المفتوحة، وعند الضغط على الضاغط S1 يعمل K1، وتباعا يعمل Y1، فيتغير وضع التشغيل للصمام 3 للوضع الأيسر، فتتقدم إسطوانة القالب 1 للأمام لتعشيق فكى القالب معاً، وعند وصول الأسطوانة لمفتاح نهاية المشوار SQ2 يعمل المفتاح على غلق ريشته المفتوحة فيعمل K2، وتباعا يعمل المؤقت الزمنى D1، وكذلك Y3 فيتغير وضع التشغيل للصمام 4 للوضع الأيسر، فتتقدم أسطوانة الحقن للأمام لتدفع الشحنة المنصهرة الموجودة داخل غرفة التسخين من خلال الفونية إلى داخل الفراغ المشكل بواسطة فكى القالب، وبعد انتهاء زمن الحقن المعاير عليه المؤقت D1 وعادة يساوى 5S يعكس المؤقت فيفتح ريشته المغلقة ويغلق ريشته المفتوحة فينقطع التيار الكهربائى عن K2، وتباعا عن Y3، بينما يكتمل مسار التيار لكل من K3,D ، فيتغير وضع التشغيل للصمام 4 للوضع الابتدائى الأيمن فتتراجع أسطوانة الحقن من جديد للخلف لتسحب شحنة جديدة من مسحوق البلاستيك



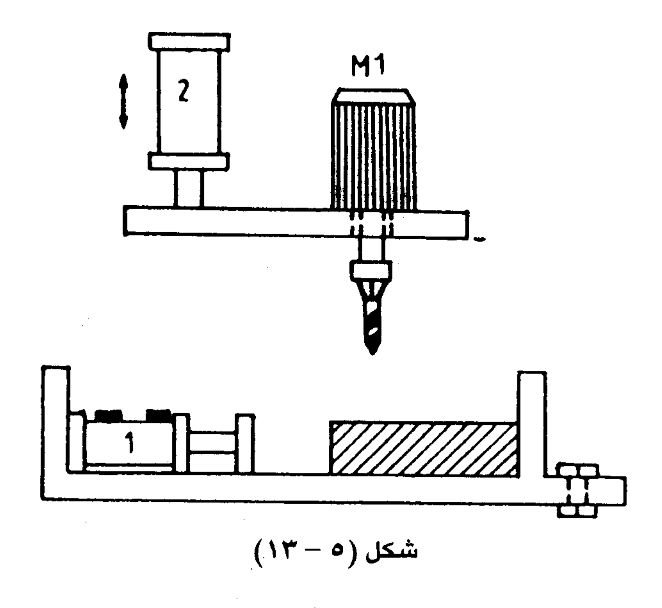
2
1
SQ1
SQ2
4
5
3
A
B
Y3
Y1
Y2
P
T
6
F1
SQ3
S1
K1
SQ2
K2
D1
K3
D2
SQ1
K1
K2
D1
D2
K3
Y1
Y2
Y3
H1

شكل (٥ – ١٢)

الموجود بداخل القمع 6 وتتم عملية التسخين داخل غرفة التسخين لصهر مسحوق البلاستيك استعداداً لدورة حقن جديدة، وعند انتهاء زمن تبريد القالب المعاير عليه المؤقت D2 يغلق المؤقت ريشته المفتوحة، بينما يفتح ريشته المغلقة، فينقطع التيار الكهربى عن K1، بينما يصل تيار كهربى للملف Y2، فيتغير وضع التشغيل للصمام 3 للوضع الأيمن فتتراجع أسطوانة القالب 1 للخلف وصولا لمفتاح المشوار SQ1، فتضىء اللمبة H1 للإشارة بأن دورة التشغيل قد انتهت ، فيقوم المشغل بفتح شبكة الأمان فينقطع التيار عن دائرة التحكم حينئذ يقوم المشغل بإخراج قطعة البلاستيك المصنعة ثم إعادة تشغيل آلة الحقن لصناعة قطعة جديدة وهكذا.

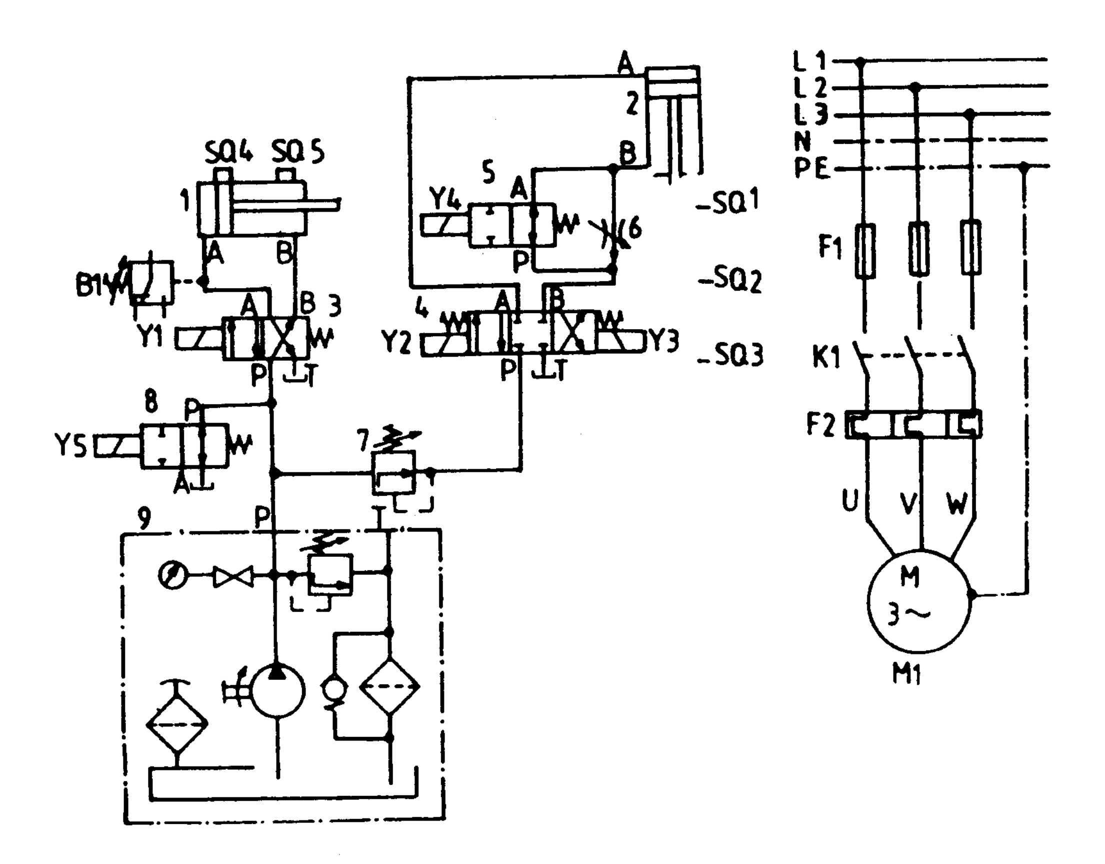
٥ / ٧ - المثقاب الأتوماتيكى :

الشكل (٥ - ١٣) يعرض المخطط التقنى لهذا المثقاب وهو يتكون من، أسطوانة لتثبيت الشغلة 1 وأسطوانة للتغذية 2 ومحرك إدارة ظرف المثقاب M1. فعند تشغيل المثقاب يدور المحرك M1 لإدارة ظرف المثقاب المثبت فيه البنطة وتتقدم الأسطوانة 1 لتثبيت الشغلة، وبعد ذلك تتقدم الأسطوانة 2 بسرعة (فى اتجاه عمودى على الشغلة) وعند الوصول لقرب نهاية شوط الذهاب تقل سرعة الأسطوانة وصولا لنهاية الشوط حينئذ تتراجع الأسطوانة 2 للخلف بسرعة وصولا لنهاية شوط العودة، ثم يتوقف المحرك M1، وتعود الأسطوانة 1 للخلف لتحرير الشغلة.



شكل (٥ - ١٣)

وفى الشكل (٥-١٤) الدائرة الرئيسية للمحرك M1، وكذلك الدائرة الهيدروليكية.



شكل (٥ - ١٤)

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

أسطوانة التثبيت	1	صمام تنظيم تدفق بتعويض ضغط	5
أسطوانة التغذية الرأسية	2	صمام تخفيض ضغط مباشر	6
صمام 4/2 بملف ويای	3	وحدة القدرة الهيدروليكية	7
صمام 2/2 بملف ويای	4, 8		

محتويات الدائرة الرئيسية :

مصهرات حماية الدائرة الرئيسية من القصر	F1
كونتاكتور	KM2
متمم حرارى	F2
المحرك	M1

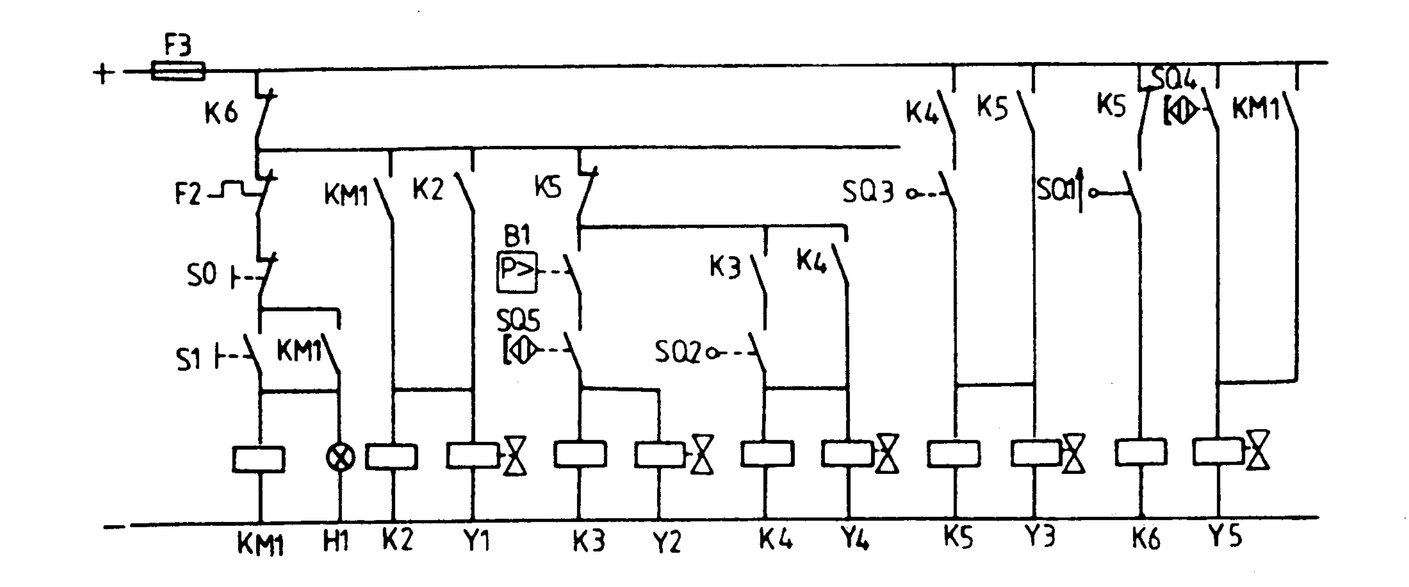
وفى الشكل (٥ – ١٥) دائرة التحكم الكهربية لهذا المثقاب

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S1 يعمل KM1، فيدور المحرك M1، وتباعًا يعمل K2, Y1, Y2، فيتغير وضع تشغيل صمام منع تحميل المضخة 8 للوضع الأيسر، وتتقدم الأسطوانة 1 للأمام لتثبيت الشغلة. وعند وصول الأسطوانة لمكان المفتاح التقاربى المغناطيسىSQ2 ووصول ضغط التشغيل للضغط المعاير عليه مفتاح الضغط B1 يعمل Y2, K3 فتتقدم الأسطوانة 2 بسرعة كبيرة، وعند وصول الأسطوانة 2 لمفتاح نهاية المشوار SQ2 يعمل K4, Y4 فتنخفض سرعة الأسطوانة 2 نتيجة لتنظيم تدفق الزيت الخارج منها بواسطة صمام تنظيم التدفق المزدوج 6، وعند وصول الأسطوانة 2 لمفتاح نهاية المشوار SQ3 يعمل K6، فينقطع مسار التيار عن (KM1, K2, Y1, KS, Y3, K6)، فيتوقف المحرك وتتوقف الأسطوانة 2 وتتراجع الأسطوانة 1للخلف لتحرير الشغلة، وبمجرد الوصول لمكان المفتاح التقاربى المغناطيسى SQ4 ينقطع مسار التيار للملف Y2 ويعود الصمام 8 للوضع الابتدائى الأيمن ليسمح بإعادة تدفق المضخة للخزان.

ملاحظة :

يقوم صمام تقليل الضغط 7 بتقليل ضغط تشغيل الأسطوانة 2.


F3
K6
F2
S0
S1
KM1
K2
K5
B1
P>
SQ5
K3
K4
SQ2
SQ3
SQ1
SQ4
H1
Y1
Y2
Y4
Y3
Y5
+
-

شكل (٥ - ١٥)

الباب السادس

أجهزة التحكم المبرمج PLC's



أجهزة التحكم المبرمج PLC's

١/٦- مقدمة:

إن PLC هى اختـصـار Programmable Logic Controllers وهى أجـهـزة إلكترونية تستخدم ذاكرة قابلة للبرمجة لتخزين برنامج التشغيل، والذى يتكون من مجموعة من الأوامر لتحقيق وظائف معينة مثل: البوابات المنطقية، والقلابات، والمؤقتات الزمنية، والعدادات.. إلخ وذلك للتحكم فى العمليات الصناعية وآلات الورش وتتكون أجهزة التحكم المبرمج من أربعة عناصر أساسية وهى:

١- وحدة المعالجة المركزية CPU وهى المسئولة عن تنفيذ برنامج التشغيل وإعطاء أوامر التشغيل لعناصر الفعل مثل: المفاتيح الكهرومغناطيسية، ولمبات البيان، وملفات الصمامات الاتجاهية، والسخانات الكهربية...إلخ.

٢- الذاكرة Memory وتنقسم إلى نوعين وهما:

أ- ذاكرة القراءة والكتابة العشوائية RAM ويخزن فيها برنامج التشغيل المدخل من قبل المستخدم وكذلك حالة المداخل اللحظية وجميع البيانات المدخلة للجهاز.

ب - ذاكرة القراءة العشوائية ROM وتحتوى على نظام التشغيل للجهاز ولا يمكن للمستخدم الوصول لمحتوياتها.

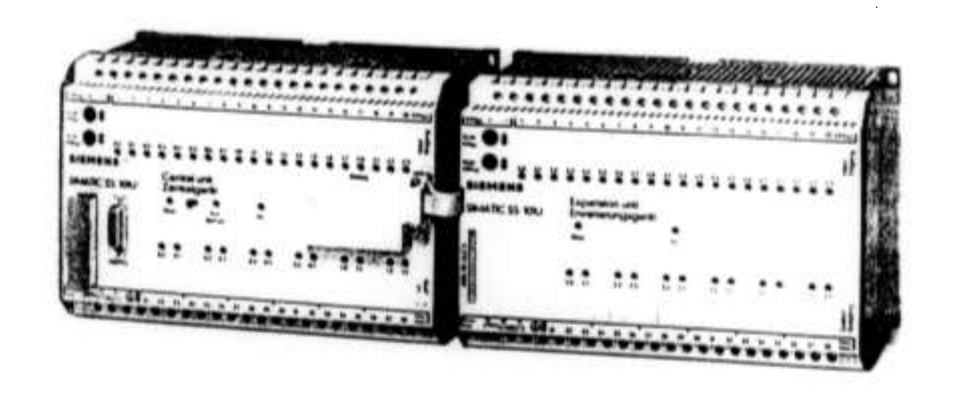
٣- وحدة ربط المداخل Input Interface:

حيث تقوم بتقليل الجهود القادمة من أجهزة مداخل جهاز التحكم المبرمج مثل: الضواغط، والمفاتيح المختلف لتناسب وحدة المعالجة المركزية.

٤- وحدة ربط المخارج output Interface حيث تقوم هذه الوحدة بدفع جهد إشارات التشغيل القادمة إليها من وحدة المعالجة CPU المركزية ليناسب عمل أجهزة مخارج أجهزة التحكم المبرمج مثل: المفاتيح الكهرومغناطيسية، وملفات الصمامات الاتجاهية، ولمبات البيان، وأجهزة الإنذار الصوتية.. إلخ.

وهناك نوعان من أجهزة التحكم المبرمج من حيث التركيب وهما :

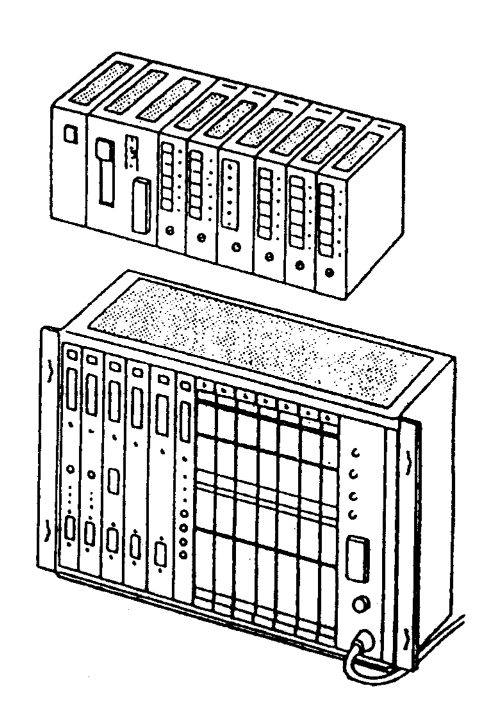
١ - أجهزة تحكم مبرمج متكاملة Compact PLC حيث توضع جميع الأجهزة المكونة لجهاز PLC فى غلاف واحد والشكل (٦ - ١) يعرض نموذجًا لجهاز تحكم مبرمج متكامل من صناعة شركة Siemens طراز S5-101u وموصل معه وحدة توسعة لزيادة عدد المداخل والمخارج فالجهاز الأساسى (الأيسر) يحتوى على بايت ونصف مخارج وعدد 2.5 بايت مداخل وبالمثل فإن وحدة التوسعة (اليمنى) تحتوى على بايت ونصف مخارج وعدد 2.5 بايت مداخل .



شكل (٦-١)

ب - أجهزة تحكم مبرمج مجزأة Moduled PLC's حيث يخصص غلاف لكل عنصر من العناصر المكونة بطراز التحكم المبرمج فيوجد موديول لمصدر القدرة Power Supply وموديول لوحدة المعالجة المركزية CPU وموديول مداخل رقمية Digital Input وموديول لمخارج رقمية Digital output . . . إلخ

والشكل (٦ -٢) يعرض نماذج لأجهزة تحكم مبرمج من النوع المجزأ .



شكل (٦-٢)

والشكل (٦ -٣) يبين مخططًا توضيحيًا لجهاز تحكم مبرمج من النوع المتكامل مزود بعدد 3 بايت مداخل وهى :

I0.0, I0.1, ... I0.7

I1.0, I1.1, ... I1.7

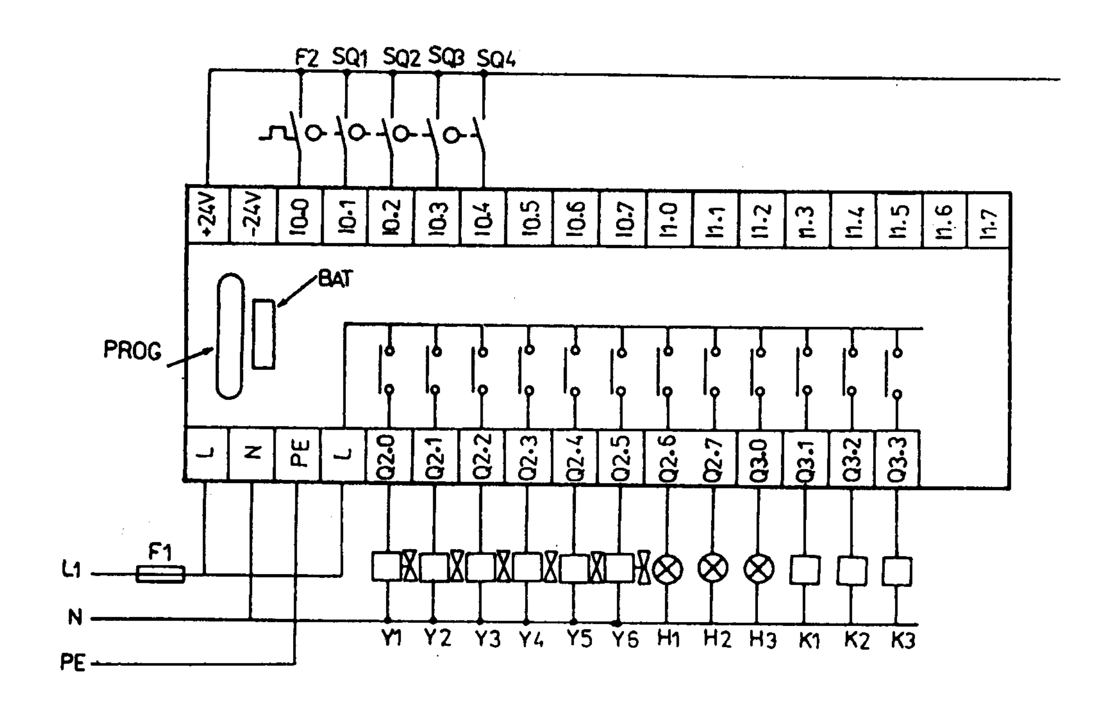
وعدد 2 بايت مخارج وهى :

Q2.0, Q2.1, ... Q2.7

Q3.0, Q3.1, ... Q3.7

وكذلك فإن هذا الشكل يوضح طريقة توصيل أجهزة المداخل الرقمية F2,SQ1,SQ2,SQ3,SQ4 بمداخل الجهاز حيث يتم تغذيتها بجهاز +24V من مصدر جهد داخلى بالجهاز .

وكذلك فإن هذا الشكل يوضح طريقة توصيل أجهزة المخارج الرقمية Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, H1, H2..... بمخارج الجهاز وكذلك طريقة تغذية هذا الجهاز بمصدر جهد 220V متردد .



شكل (٦ - ٣)

علما بأن جهاز التحكم المبرمج مزود بمكان لوضع بطارية ليثيوم BAT للمحافظة على برنامج التشغيل المخزن فى ذاكرة RAM من الفقدان عند انقطاع التيار الكهربى .

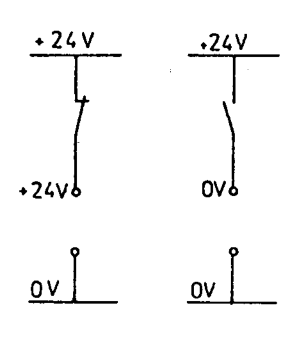
وكذلك فهو مزود بمكان لتثبيت كابل وحدة البرمجة PROG حتى يمكن إدخال برنامج التشغيل بواسطة وحدة البرمجة .

٦ / ٢- مصطلحات فنية :

فيما يلى المصطلحات الفنية المستخدمة مع أجهزة التحكم المبرمج PLc's :

١- الإشارة الرقمية Digital Signal :

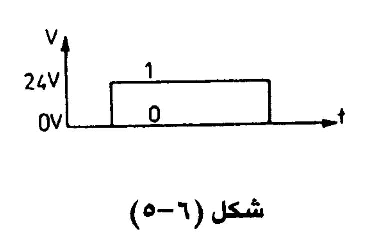
وهى إشارة جهد وتكون قيمة جهد الإشارة الرقيمة 24V أو 0V على سبيل المثال الجهد المنقول عبر ريشة تلامس فإذا كانت ريشة التلامس مفتوحة كان الجهد المنقول 0V وإذا كانت الريشة مغلقة كان الجهد المنقول +24V كما هو مبين بالشكل (٦-٤).



شكل (٦-٤)

٢- حالة الإشارة الرقمية Digital Signal State :

إذا كان جهد الإشارة الرقمية 0V يقال إن حالة الإشارة 0، وإذا كان جهد الإشارة الرقمية +4V يقال إن حالة الإشارة الرقمية 1 كما هو مبين بالشكل (٦-٥).



شكل (٦-٥)

٣- الخانة (البت) bit :

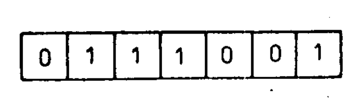
وهى مكان تخزين حالة إشارة رقمية واحدة إما 0 أو 1 كما بالشكل (٦ - ٦).

0		1

شكل (٦-٦)

٤- البايت byte :

يتكون البايت من ثمان خانات 8 bits يخزن فيها حالة ثمان إشارات رقمية كما بالشكل (٦-٧).



شكل (٦-٧)

٥- الكلمة Word :

تتكون الكلمة من 16 خانة يخزن فيها حالة 16 إشارة رقمية أى أن الكلمة تتكون من عدد 2 بايت.

٦- وحدات التخزين الداخلية Flags :

ويطلق عليها أعلام Flags أو ريلهات داخلية Internal relays أو وحدات ذاكرة الداخلية Markers وتتكون وحدة التخزين الداخلية من خانة واحدة bit ويخزن فيها حالة العمليات الوسيطة فى صورة 1 أو 0 وهذه الوحدات تأخذ الرمز F أو M ويستخدم النظام الثمانى لترقيم وحدات التخزين الداخلية على سبيل المثال :

F0.0, F0.1, F0.2, ... F0.7

F1.0, F1.1, F1.2, ..., F1.7

:

F100.0, F100.1, ... F100.7

٧- النظام الثنائى Binary System :

ويستخدم هذا النظام للتعبير عن حالة الأشياء التى تتواجد فى حالتين فقط فمثلا المصباح الكهربى عندما يضيىء تكون حالته 1 (بالنظام الثنائى) وعندما يكون معتمًا تكون حالته 0 (بالنظام الثنائى) وهكذا .

٨- النظام الثمانى Octal system:

ويتكون هذا النظام من ثمانى أعداد وهى 0,1,2....7 ويستخدم هذا النظام فى ترقيم المداخل والمخارج ووحدات الذاكرة الداخلية لأجهزة التحكم المبرمج .

٩- النظام العشرى Decimal System:

ويتكون هذا النظام من عشرة أعداد وهى 0,1.....9 ويستخدم هذا النظام فى حياتنا اليومية فى العد .

١٠- النظام العشرى المكود ثنائياً BCD :

ويستخدم هذا النظام فى تمثيل أى عدد عشرى فى صورة ثنائية حيث يمثل أى عدد عشرى مكون من خانة واحدة من أربع خانات ثنائية والجدول (٦-١) يبين الأعداد العشرية ومكافئها العشرى المكود ثنائياً BCD .

الجدول (٦-١)

العدد العشرى	BCD	العدد العشرى	BCD
0	0000	5	0101
1	0010	6	0110
2	0010	7	0111
3	0011	8	1000
4	0100	9	1001

مثال : العدد(65) عشرى يكافئ BCD (0110 0101)

(6 = 0110 ، 5 = 0101)

١١- البوابات المنطقية Logic gates:

وهى دوائر متكاملة إلكترونية Integerated Circiuts لها بعض الخواص ويمكن محاكاتها بالمفاتيح كما بالشكل (٦- ٨).

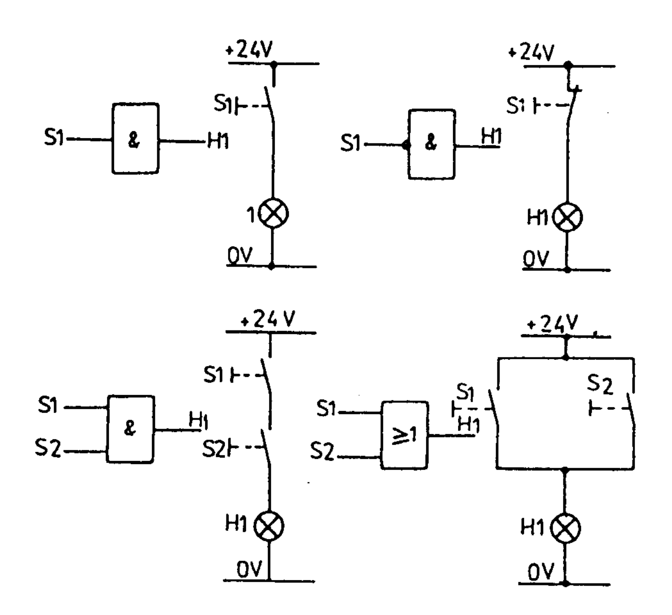
ففى الشكل (أ) فإن اللمبة H1 تضىء فى الحالة العادية وتنطفئ عند الضغط على الضاغط S1 أى تساوى 0 والعكس بالعكس ويمكن تمثيل ذلك ببوابة NOT مدخلها S1 ومخرجها H1.

وفى الشكل (ب) فإن اللمبة H1 تضىء عند الضغط على الضاغط S1 وتنطفئ عند إعادة الضاغط S1 لوضعه الطبيعى أى أن حالة H1 تكون 1 عندما تكون حالة S1 مساوية 1 والعكس بالعكس ويمكن تمثيل ذلك ببوابة YES مدخلها S1 ومخرجها H1.

وفى الشكل (جـ) فإن اللمبة H1 تضىء عند الضغط على الضاغط S1 أو الضاغط S2 أو كليهما معاً أى أن حالة H1 تكون 1 إذا كانت حالة الضاغط S1 أو الضاغط S2 أو كليهما يساوى 1 ويمكن تمثيل ذلك ببوابة OR مداخلها S1 وS2 ومخرجها H1.

وفى الشكل (د) فإن اللمبة H1 تضىء عند الضغط على الضاغط S1 والضاغط

S2 فقط أى أن حالة H1 تكون 1 إذا كانت حالة S1 وS1 مساوية 1 ويمكن تمثيل ذلك ببوابة AND مداخلها S2 وS1 ومخرجها H1.



شكل (٦-٨)

٦ / ٣- لغات أجهزة التحكم المبرمج :

إن لغات أجهزة التحكم المبرمج هى لغات منخفضة المستوى Low Level Languages وفيما يلى أهم لغات أجهزة التحكم المبرمج :

١- الشكل السلمى Ladder diagram وهى تشبه دوائر التحكم الأمريكية حيث تحتوى على ريش مفتوحة وأخرى مغلقة وكذلك تحتوى على مخارج تشبه ملفات الكونتاكتورات ولقد قامت الشركات المصنعة لأجهزة التحكم المبرمج بتطوير هذه اللغة بإضافة بعض البلوكات الوظيفية والتى يختلف فى نظمها من شركة لأخرى على سبيل المثال: المؤقتات الزمنية، والعدادات، وعمليات المقارنة، والعمليات الحسابية.. إلخ.

٢- قائمة الجمل Statment List وتتكون هذه اللغة من عنصرين وهما العملية والبيانات على سبيل المثال AI0.0 فالعملية هى عملية AND (A) والبيانات هى المدخل I0.0 .

٣- الشكل المنطقى CSF وهذه اللغة تستخدم فى بنائها الرموز المنطقية للبوابات المنطقية وكذلك بعض البلوكات الوظيفية والتى تختلف فى نظمها من شركة لأخرى مثل: المؤقتات الزمنية، والعدادات، وعمليات المقارنة، والعمليات الحسابية . . .إلخ .

٤- خريطة التدفق التتابعية Grafcet وهذه اللغة تستخدم لعمل برامج العمليات الصناعية والتى تتكون من مجموعة من المراحل المتتابعة وهى تشبه لحد كبير خرائط التدفق المستخدمة أثناء إعداد برامج الكمبيوتر .

وسوف نتناول فى هذا الكتاب لغة step5 لشركة Siemens .

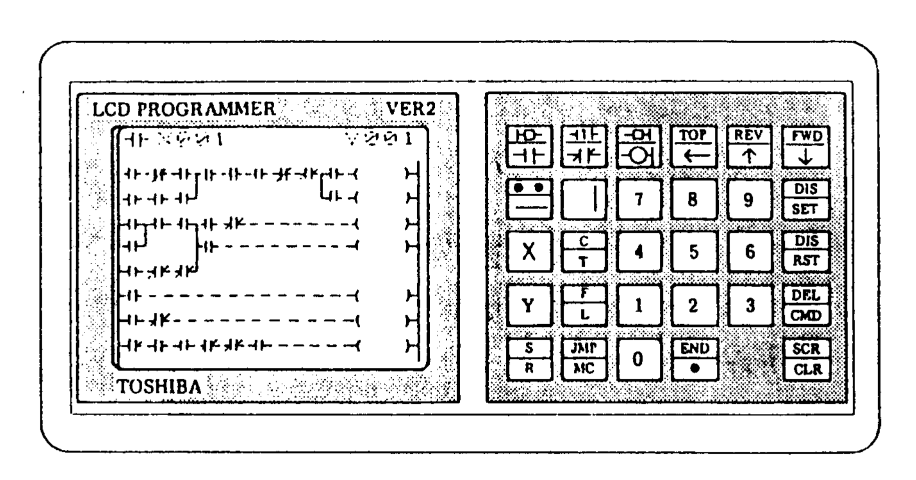
٦ / ٣ / ١- أجهزة البرمجة :

تقوم أجهزة البرمجة بإدخال برنامج التشغيل ليستقر داخل ذاكرة RAM لأجهزة التحكم المبرمج وهناك عدة أنواع من أجهزة التحكم المبرمج وهى كالآتى :

١- جهاز برمجة يحمل باليد ويدخل البرنامج علي هيئة قائمة جمل STL فى العادة .

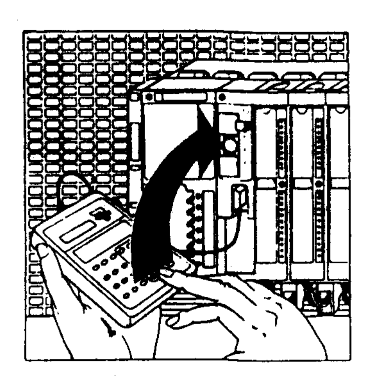
٢- جهاز برمجة يثبت فوق المكتب ويدخل البرنامج بأى لغة من لغات أجهزة التحكم المبرمج .

٣- جهاز كمبيوتر يتم تحميله ببرنامج معد من قبل الشركة المصنعة لجهاز PLC وفى هذه الحالة يمكن تخزين برنامج التشغيل علي القرص الصلب للكمبيوتر أو على قرص مرن بأى لغة والشكل (٦-٩) يعرض نموذجًا لجهاز برمجة يثبت على المكتب مصنع بشركة توشيبا يعمل بلغة الشكل السلمى .



شكل (٦-٩)

والشكل (٦-١٠) يوضح طريقة إدخال برنامج التشغيل فى صورة قائمة الجمل STL باستخدام جهاز برمجة يحمل باليد من صناعة شركة Telemecanique .



شكل (٦-١٠)

٦ / ٤ - العمليات الثنائية Binary Logic operation

وهى العمليات التى كانت تجرى فى نظم التحكم بالرليهات الكهرومغناطيسية مثل بوابة NOT وبوابة YES وبوابة AND وبوابة OR والقلاب R-s (Flip FloP) .

٦ / ٤ / ١ - بوابة AND:

الشكل (٦-١١) يبين الشكل السلمى LAD (الشكل أ) والشكل المنطقى

CSF (الشكل ب) لبوابة AND بثلاثة مداخل وهى I0.0, I0.1, I0.2 والمخرج Q2.0.

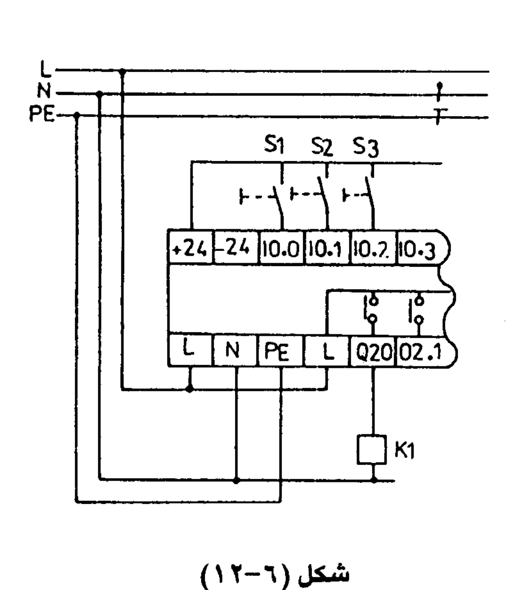
شكل (٦-١١)

وفيما يلى قائمة الجمل STL:

البيانات	العملية
I0.0	A
I0.1	A
I0.2	A
Q2.0	=

والشكل (٦-١٢) يبين مخطط التوصيل PLC باستخدام ثلاثة أجهزة مداخل وهى S1, S2, S3 والكونتاكتور K1 كجهاز مخارج باعتبار أن جهاز PLC مزود بعدد 2 بايت مداخل وعدد 2 بايت مخارج.

فعند الضغط على الضواغط S1, S2, S3 فى آن واحد يصل جهد كهربى ومقداره +24V إلى المداخل I0.0, I0.1, I0.2 لجهاز

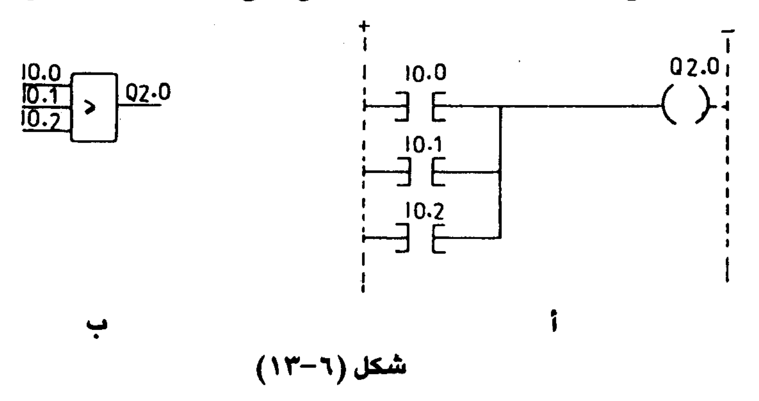


شكل (٦-١٢)

PLC فتنعكس حالة هذه المداخل فى الشكل السلمى فتصبح الريش المفتوحة مغلقة فيمر تيار كهربى من القطب الموجب إلى القطب السالب فيعمل الريلاى الداخلي Q2.0 لجهاز PLC ويصبح جهد المخرج Q2.0 مساوياً لجهد الوجه L فيكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور K1 ويعمل الكونتاكتور ولكن بمجرد إزالة الضغط عن أحد الضواغط الثلاثة ينقطع مسار التيار للمخرج Q2.0 وتباعاً يصبح جهد المخرج Q2.0 صفراً وينقطع مسار تيار الكونتاكتور K1 .

٦/٤/٢- بوابة OR:

الشكل (٦-١٣) يبين الشكل السلمى LAD (الشكل أ) والشكل المنطقى CSF (الشكل ب) لبوابة OR بثلاثة مداخل وهى I0.0, I0.1, I0.2 والمخرج Q2.0 .



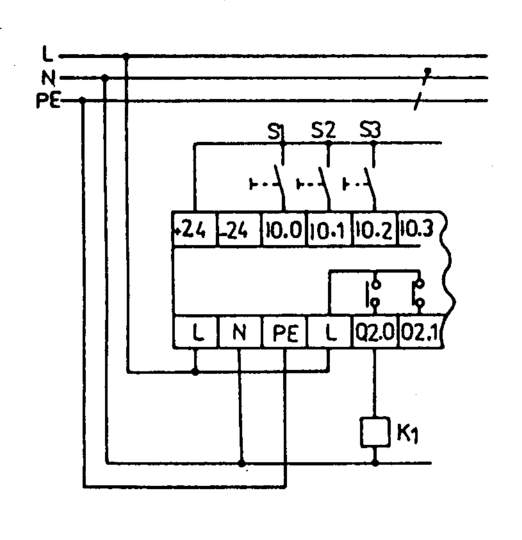
شكل (٦-١٣)

وفيما يلى قائمة الجمل لبوابة OR :

البيانات	العملية
I0.0	O.
I0.1	O.
I0.2	O.
Q2.0	=

وفى مخطط التوصيل مع جهاز PLC تستخدم ثلاثة أجهزة مداخل وهى S1,S2,S3 والكونتاكتور K1 كجهاز مخرج كما هو مبين بالشكل (٦-١٤)

ويكتمل مسار تيار الكونتاكتور K1 عند الضغط على أحد الضواغط S1,S2,S3 على الأقل.

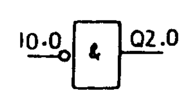


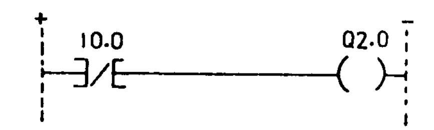
شكل (٦-١٤)

٣/٤/٦- بوابة النفى NOT :

الشكل (٦-١٥) يبين الشكل السلمى LAD (الشكل أ) والشكل المنطقى CSF (الشكل ب).

لبوابة النفى NOT لها المدخل I0.0 والمخرج Q2.0





ب أ

شكل (٦-١٥)

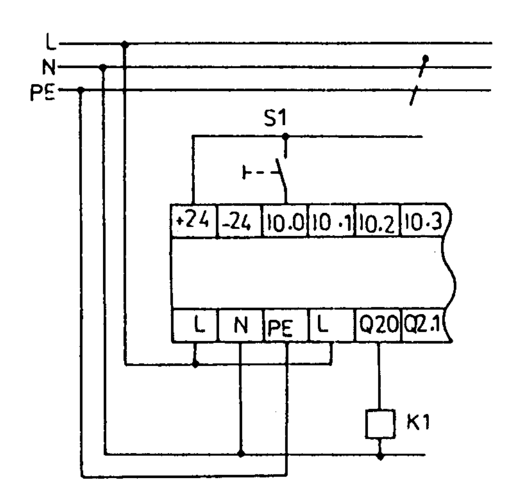
وفيما يلى قائمة الجمل لبوابة النفى :

البيانات	العملية
I0.0	AN
Q2.0	=

والشكل (٦-١٦) يبين مخطط التوصيل مع جهاز PLC باستخدام الضاغط S1 كمدخل والكونتاكتور k1 كمخرج.

ويعمل الكونتاكتور k1 بمجرد توصيل التيار الكهربى لجهاز PLC وعمل تشغيل RUN للجهاز ولكن عند الضغط على S1 تصل إشارة عالية للمدخل I0.0 فى

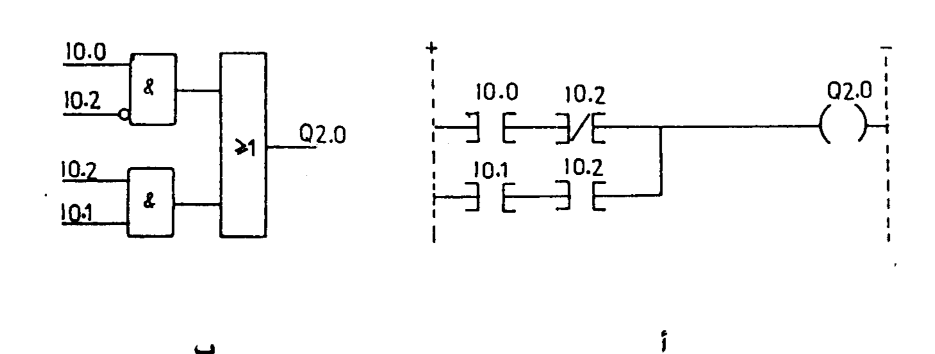
الشكل السلمى فتفتح الريشة المغلقة وينقطع مسار تيار المخرج Q2.0 ومن ثم ينقطع التيار الكهربى عن الكونتاكتور k1.



شكل (٦-١٦)

٦ / ٤ / ٤- دائرة مركبة من بوابتين AND وبوابة OR

الشكل (٦-١٧) يبين الشكل السلمى LAD (الشكل أ) والشكل المنطقى CSF (الشكل ب) لدائرة مركبة من بوابتين AND وبوابة OR.



أ   ب

شكل (٦-١٧)

وفيما يلى قائمة الجمل بطريقتين مختلفتين:

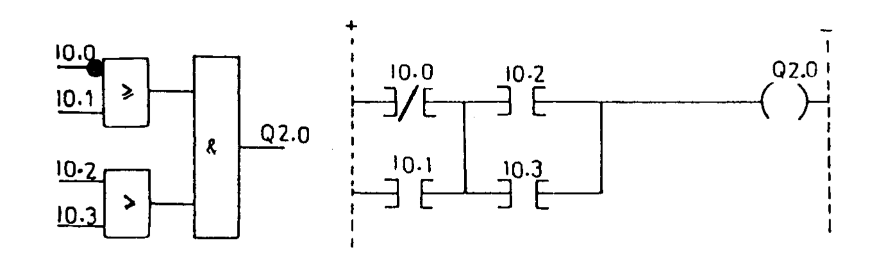
البيانات	العملية
	O(.
I0.0	A
I0.2	AN
	)
	O(.
I0.1	A
I0.2	A
	)
Q2.0	=

البيانات	العملية
I0.0	A
I0.2	AN
	O
I0.1	A
I0.2	A
Q2.0	=

ويمكن تنفـيـذ هذه الدائرة المركـبـة باسـتـخـدام ثلاثة ضـواغط S1,S2,S3 والكونتاكتور K1 يتم توصيلهم بجهاز PLC تماما كما هو مبين بالشكل (٦-١٤) والجـدير بالذكـر أن حـالة المخرج Q2.0 تكون 1 عندمـا تكون حـالة المدخل I0.0 مساومة 1 أو عندما تكون حالة كل من I0.1, I0.0 مساوية 1 ويحدث ذلك عند الضغط على الضاغط S1 أو الضواغط S2, S3 أو جميع الضواغط S1, S2, S3.

٦/٤/٥- دائرة مركبة تتكون من بوابتين OR وبوابة AND:

الشكل (٦-١٨) يبين الشكل السلمى LAD (الشكل أ) والشكل المنطقى CSF (الشكل ب) وذلك لدائرة مركبة تتكون من بوابتين OR وبوابة AND.



ب　　　　　　　　أ

شكل (٦-١٨)

وفيما يلي قائمة الجمل :

البيانات	العملية
	A(
I0.0	O.N
I0.1	O
	)
I0.2	A(
I0.3	O.
Q2.0	O.

ويمكن تنفيذ هذه الدائرة المركبة باستخدام أربعة ضواغط مفتوحة S1,S2,S3,S4 توصل بالمداخل I0.0, I0.1, I0.2, I0.3, I0.4 والكونتاكتور k1 يوصل بالمخرج Q2.0 والجدير بالذكر أن حالة المخرج Q2.0 تكون 1 عندما تكون حالة المدخل I0.2 مساوية 1 أو حالة المداخل I0.1, I0.3 مساوية ويحدث ذلك بالضغط على الضاغط S3 أو الضاغطين S2, S4 .

ملاحظة مهمة :

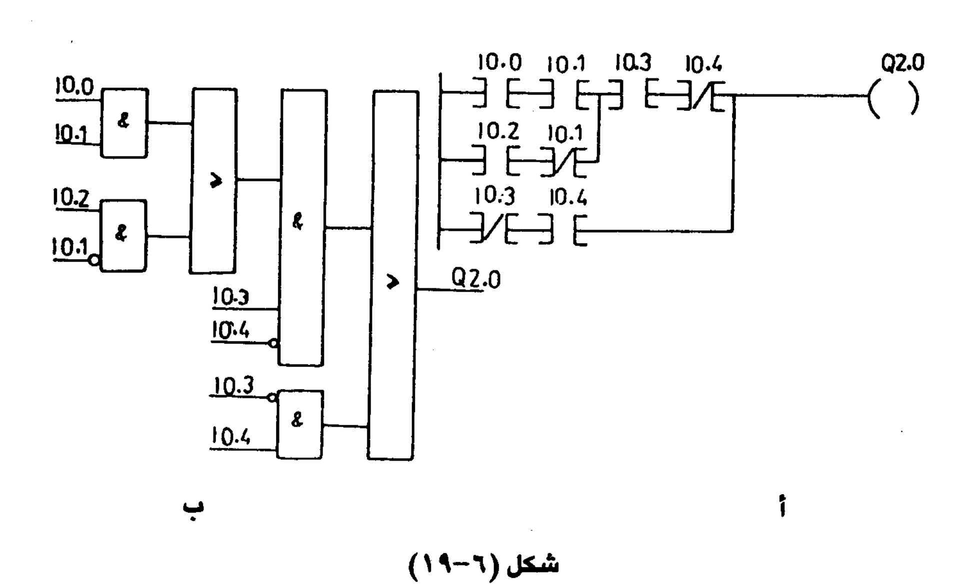
١- تستخدم)A لعمل AND لما بين القوسين مع ناتج العملية المنطقية RLO السابقة .

٢- تستخدم)O لعمل OR لما بين القوسين مع ناتج العملية المنطقية RLO السابقة .

٣- تستخدم O لعمل OR بين بوابتين AND .

٦ / ٤ / ٦- دائرة مركبة تتكون من ست بوابات :

الشكل (٦-١٩) يعرض الشكل السلمى LAD (الشكل أ) والشكل المنطقى CSF (الشكل ب) لدائرة مركبة تتكون من أربع بوابات AND وبوابتين OR .



شكل (٦-١٩)

وفيما يلى قائمة الجمل :

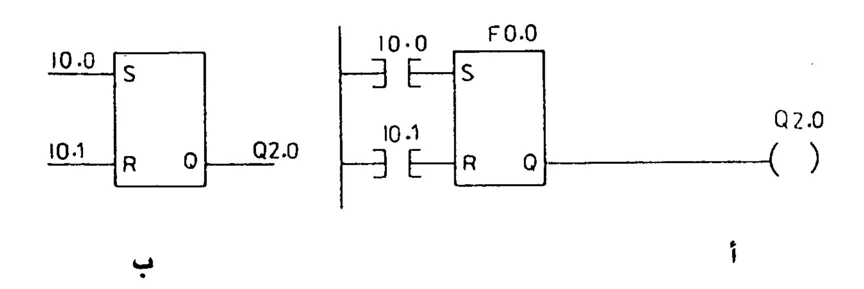
العملية	البيانات	العملية	البيانات
O(		)	I0.3
A(		A	I0.4
A	I0.0	AN	
A	I0.1	)	
O		O(	
A	I0.2	AN	I0.3
AN	I0.1	A	I0.4
		)	

ويمكن تنفيذ هذه الدائرة باستخدام خمسة ضواغط بريش مفتوحة وهى S1,S2,S3,S4,S5 موصلة مع المداخل I0.0, I0.1, I0.2, I0.3, I0.4 والكونتاكتور k1 موصل مع المخرج Q2.0 .

ويعمل k1 عند وصول إشارة عالية للمداخل I0.0, I0.1, I0.3 أو المداخل I0.2, I0.3 أو المدخل I0.4.

٦ / ٤ / ٧- القلاب RS Flip Flop RS

الشكل (٦-٢٠) يبين الشكل السلمى LAD (الشكل أ) والشكل المنطقى CSF (الشكل ب) لقلاب RS بأفضلية للتحرير.



شكل (٦-٢٠)

وفيما يلى قائمة الجمل:

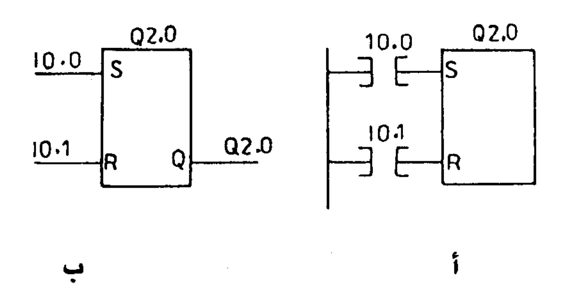
المعاملات	العملية	المعاملات	العملية
F0.0	R	I0.0	A
F0.0	A	F0.0	S
Q2.0	=	F0.1	A

فعند وصول إشارة عالية للمدخل I0.0 تصل إشارة عالية لمدخل الإمساك S للقلاب فتكون حالة الذاكرة الداخلية F0.0 مساوية 1 وتستمر حالة F0.0 مساوية 1 حتى ولو أصبحت حالة المدخل I0.0 مساوية 0 ولكن بمجرد وصول إشارة عالية

للمدخل I0.0 مساوية 0 ولكن بمجرد وصول إشارة عالية للمدخل I0.1 تصل إشارة عالية بمدخل التحرير للقلاب فتصبح حالة F0.0 مساوية 0 علما بأنه عند وصول إشارتين عاليتين للمدخلين I0.0, I0.1 تظل حالة العلم F0.0 مساوية 0 لأن هذا القلاب بأفضلية للتحرير Reset علماً بأن حالة المخرج Q2.0 تكون عالية طالما أن حالة القلاب F0.0 مساوياً 1 . والشكل (٦-٢١) يبين صورة أخرى لقلاب R-S ذات الأفضلية للتحرير بدون استخدام وحدة ذاكرة داخلية، وبتنفيذ هذا القلاب يتم توصيل الضاغط Sl مع I0.0 والضاغط S2 مع I0.1 والكونتاكتور K1 مع المخرج Q2.0 .

فيما يلي قائمة العمل STL :

المعامل	العملية
I0.0	A
Q2.0	S
I0.1	A
Q2.0	R



شكل (٦ - ٢١)

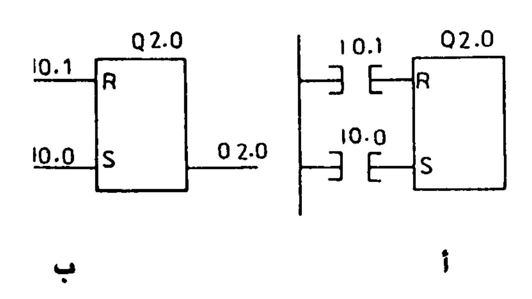
فعند الضغط على الضاغط S1 تصل إشارة عالية للمدخل I0.0 فيحدث إمساك للقلاب Q2.0 وتصبح حالته 1 وعند الضغط على الضاغط S2 تصل إشارة عالية للمدخل I0.1 فيحدث تحرير للقلاب Q2.0 وتصبح حالته 0 ويعمل الكونتاكتور

K1 عندما تكون حالة Q2.0 مساوية 1 وعند الضغط على الضاغطين S1, S2 فى آن واحد تصل إشارتان عاليتان لكل من I0.0, I0.1 ونظراً لأن الأفضلية للتحرير لذلك تظل حالة القلاب Q2.0 مساوية 0.

والشكل (٦ – ٢٢) يبين الشكل السلمى LAD (الشكل أ) والشكل المنطقى CSF (الشكل ب) لقلاب R-S بأفضلية للإمساك.

وفيما يلى قائمة الجمل STL :

المعامل	العملية
I0.1	A
Q2.0	R
I0.0	A
Q2.0	S



شكل (٦ – ٢٢)

ولا تختلف نظرية تشغيل قلاب R-S بأفضلية الإمساك عن قلاب R-S بأفضلية التحرير عدا أنه عند الضغط على الضاغطين S1, S2 تصل إشارتان عاليتان للمدخلين I0.0, I0.1 ففى حالة قلاب S-R بأفضلية للإمساك تصبح حالة القلاب Q2.0 مساوياً L وبالتالى يعمل K1.

٦ / ٥ - المؤقتات الزمنية Timers :

تعتبر المؤقتات الزمنية هى أحد البلوكات الوظيفية المتاحة فى أجهزة PLC .

وهناك خمسة أنواع من المؤقتات الزمنية وهى :

١ - مؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل ON-Delay Timer .

٢ - مؤقت زمنى نبضى Pulse Timer .

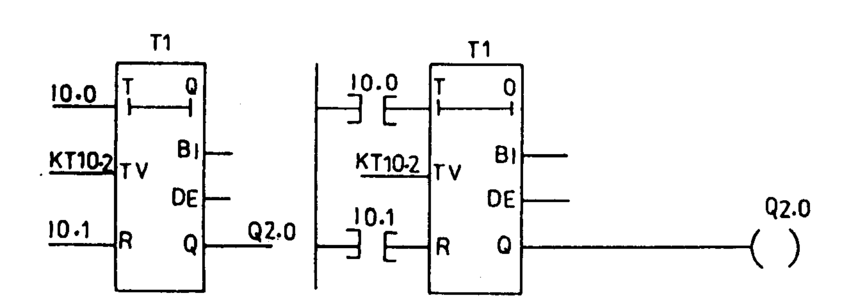
٣ - مؤقت زمنى يؤخر عند الفصل OFF delay Timer .

٤ - مؤقت زمنى نبضى ممتد Extended Pulse Timer .

٥ - مؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل بإمساك Latching on Delay Timer .

٦ / ٥ / ١- المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند التوصيل ON Delay Timer :

الشكل (٦ - ٢٣) يعرض الشكل السلمى LA (الشكل أ) والشكل المنطقى CSF لمؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل له خرج bit .



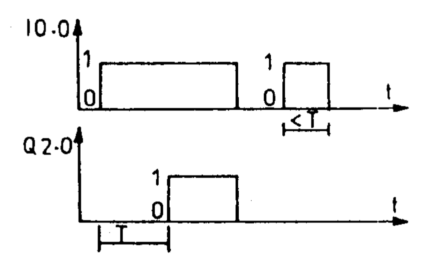
ب أ

شكل (٦ - ٢٣)

وفيما يلى قائمة الجمل STL :

العملية	المعاملات
A	I0.0
L	KT10.2
SD	T1
A	I0.1
R	T1
A	T1
=	Q2.0

والشكل (٦ – ٢٤) يبين المخطط الزمنى للمؤقت الذى يؤخر عند التوصيل فعندما تصبح حالة المدخل I0.0 عالية لمدة أكبر من زمن التأخير T المعاير علية المؤقت فإن خرج المؤقت Q2.0 يصبح عاليًا بعد مرور زمن التأخير T ويظل عاليًا طالما أن حالة المدخل I0.0 عالية . وعند وصول إشارة عالية لمدخل التحرير I0.1 تصبح حالة المخرج Q2.0 مساوية 0 فورًا .



شكل (٦ – ٢٤)

ويكتب زمن تأخير المؤقت بالصورة KTX.y ويمكن تعيين قيمة الزمن من العلاقة T=X.(TB) .

ويمكن تعيين زمن الأساس TB بدلالة y من الجدول (٦ – ٢)

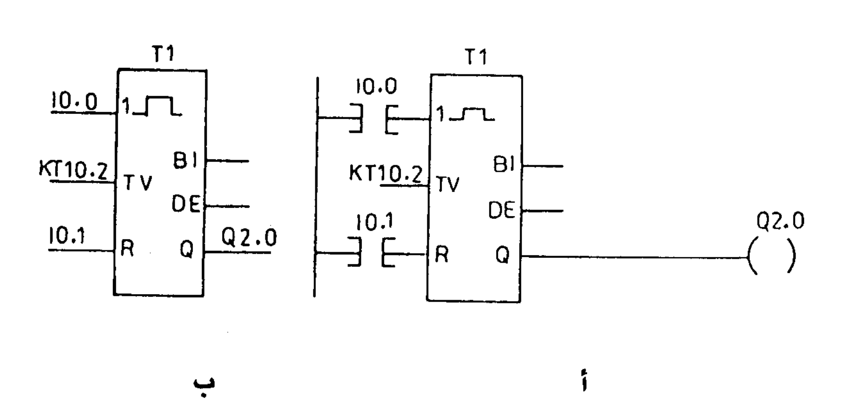
الجدول (٦ – ٢)

y	o	1	2	3
TB	0.01S	0.1S	1S	10S

وفى هذه الحالة فإن زمن المؤقت يساوى T= 10 x 1S = 10S

٦ / ٥ / ٢ – المؤقت الزمنى النبضى Pulse Timer :

الشكل (٦ – ٢٥) يعرض الشكل السلمى LAD (الشكل أ) والشكل المنطقى CSF (الشكل ب) لمؤقت زمنى نبضى له خرج خانة واحدة bit .



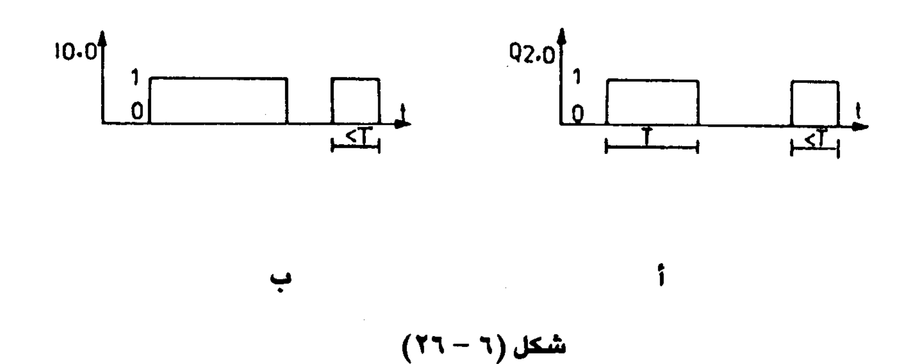
شكل (٦ – ٢٥)

وفيما يلى قائمة الجمل STL :

العملية	المعاملات
A	I0.0
L	KT10.2

Sp	T1
A	I0.1
R	T1
A	T1
=	Q2.0

ويلاحظ أن قائمة الجمل لا تختلف عن المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند التوصيل إلا فى وظيفة المؤقت SPT1 بدلاً من SDT1. والشكل (٦ – ٢٦) يبين المخطط الزمنى للمؤقت الزمنى النبضى فعندما تكون حالة المدخل I0.0 عالية لمدة أكبر من زمن النبضة T المعاير علية المؤقت فإن خرج المؤقت Q2.0 يصبح عاليًا لمدة زمنية T وعند وصول إشارة عالية لمدخل التحرير I0.1 تصبح حالة 1 لمخرج Q2.0 مساوية 0 فوراً.

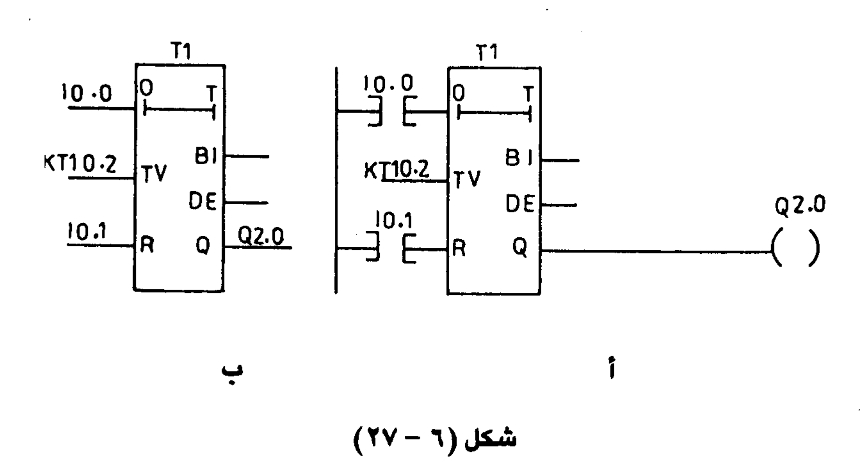


ب أ

شكل (٦ – ٢٦)

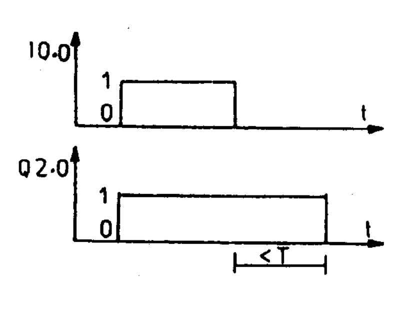
٦ / ٥ / ٣- المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند الفصل OFF delay Timer :

الشكل (٦ – ٢٧) يعرض الشكل السلمى LAD (الشكل أ) والشكل المنطقى CSF (الشكل ب) لمؤقت زمنى يؤخر عند الفصل له خرج خانة.



شكل (٦ – ٢٧)

ولا تختلف قائمة الجمل STL عن قوائم الجمل للمؤقتات السابقة إلا فى وظيفة المؤقت والتى تكون SFT1 . والشكل (٦ – ٢٨) يبين المخطط الزمنى للمؤقت الذى يؤخر عند الفصل فبمجرد وصول إشارة عالية للمدخل I0.0 تصبح حالة Q2.0 عالية وعندما تصبح حالة المدخل I0.0 مساوية 0 تظل حالة المخرج Q2.0 عالية لمدة زمنية مقدارها T وكذلك عند وصول إشارة عالية لمدخل التحرير I1.0 تصبح حالة المخرج Q2.0 مساوية 0 فوراً.



شكل (٦ – ٢٨)

٦ / ٥ / ٤ – المؤقت الزمنى النبضى الممتد Extended Pulse Timer :

هو حالة خاصة من المؤقت النبضى فعند وصول إشارة عالية لمدخل المؤقت I0.0

ولو للحظة تخرج نبضة كاملة من المخرج Q2.0 ولا يختلف المؤقت الزمنى النبضى الممتد عن العادى إلا فى الوظيفة والتى تكون SFT1 بدلاً من SPT1 .

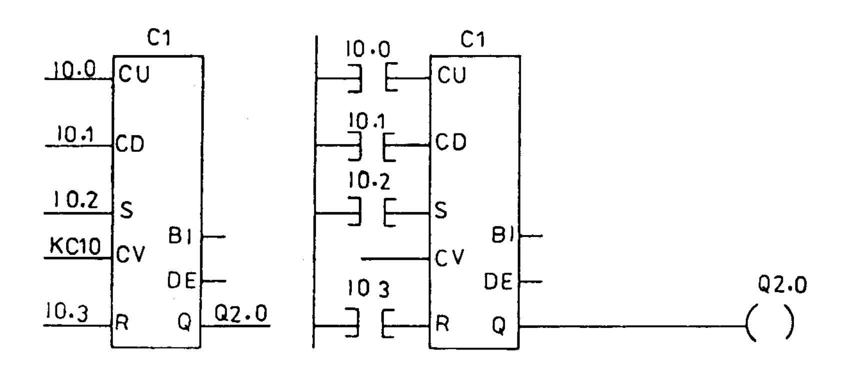
٦ / ٥ / ٥- المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند التوصيل بإمساك

Latching on Delay Timer

هو حالة خاصة من المؤقت الذى يؤخر عند التوصيل فعند وصول إشارة عالية لمدخل المؤقت I0.0 ولو للحظة تصبح حالة المخرج Q2.0 عالية بعد تأخير زمنى مقداره T ولا يختلف المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند التوصيل بإمساك عن العادى إلا فى الوظيفة والتى تكون SST1 بدلاً من SDT1.

٦ / ٦- العدادات Counlers :

الشكل (٦ – ٢٩) يبين الشكل السلمى LAD (الشكل أ) والشكل المنطقى CSF (الشكل ب) لعداد يمكن تشغيله تصاعدياً من المدخل I0.0 وتنازلياً من المدخل I0.1 ويتم تحميله بالعدد 10 من المدخل I0.2 ويتم تحرير من المدخل I0.3 .



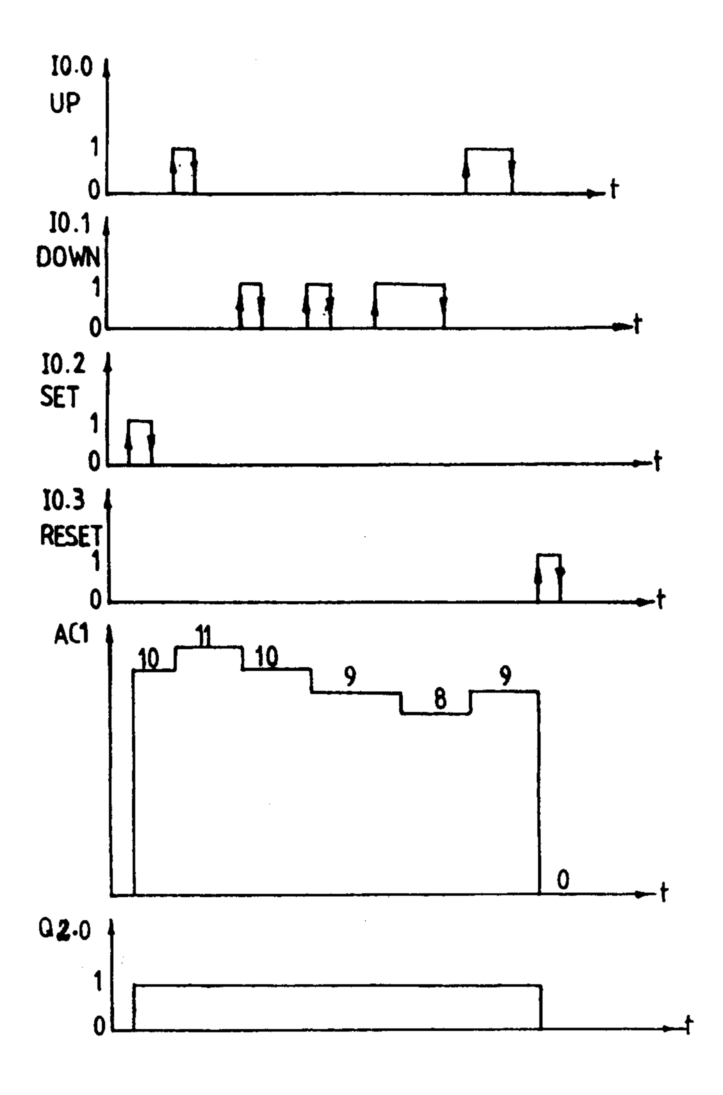
ب أ

شكل (٦ – ٢٩)

وفيما يلى قائمة الجمل STL .

العملية	البيانات
A	I0.0
Cu	C1
A	I0.1
CD	C1
A	I0.2
L	KC10
S	C1
A	I0.2
R	C1
A	C1
=	Q2.0

والشكل (٦ – ٣٠) يبين المخطط الزمنى لهذا العداد ويلاحظ من المخطط الزمنى أنه عندما تصل إشارة 1 لمدخل الإمساك I0.1 فإن العدد المحمل به العداد AC1 يصبح مساوياً 10 وعند وصول إشارة عالية للمدخل التصاعدى I0.0 فإن العدد المحمل به العدادAC1 يزداد بمقدار 1 ويصبح 11 وعند وصول إشارة عالية للمدخل التنازلى يقل العدد المحمل به العداد ليصبح مساوياً 10 وعند وصول إشارة ثانية عالية للمدخل I0.1 يصبح العدد المحمل بالعداد 9 وعند وصول إشارة ثالثة عالية للمدخل I0.1 يصبح العدد المحمل به العداد 8 وعند وصول إشارة عالية للمدخل I0.0 يصبح العدد المحمل به العداد 9 وعند وصول إشارة عالية للمدخل I0.3 يحدث تحرير للعداد أى يصبح العدد المحمل به العداد صفراً علماً بأن مخرج العداد Q2.0 تكون حالته عالية طالما أن العدد المحمل به العداد أكبر من 0 .

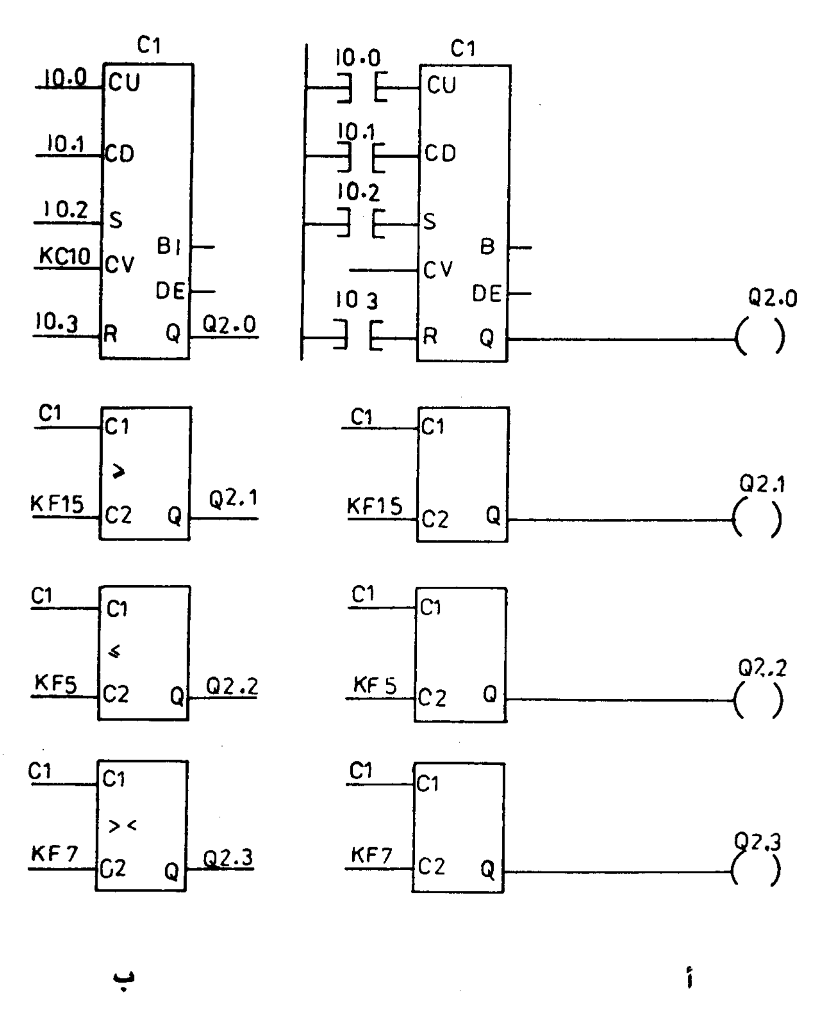


شكل (٦ – ٣٠)

٦ / ٧- عمليات المقارنة Comparing

يمكن إجراء عمليات مقارنة تساوى أو أكبر من أو أصغر من أو عدم تساوى أو أكبر من أو يساوى أو أصغر من أو يساوى بين أى ثابتين والشكل (٦ – ٣١) يبين الشكل السلمى LAD (الشكل أ).

والشكل المنطقى CSF (الشكل ب) لعمليات مقارنة أكبر من أو يساوى ≥ أو أصغر من أو يساوى ≤ أو عدم تساوى >< بين العدد المحمل به العداد مع ثوابت مختلفة .



شكل (٦ - ٣١)

حيث تكون حالة المخرج Q2.0 عالية عندما يكون العداد محملاً بأى عدد وتكون حالة المخرج Q2.1 عالية عندما يكون العداد محملاً بعدد أكبر من أو يساوى 15 وتكون حالة المخرج Q2.2 عالية عندما يكون العداد محملاً بعدد أصغر من أو يساوى 5 وتكون حالة المخرج Q2.3 عالية عندما يكون العداد محملاً بعدد لا

يساوى 7 . ويمكن التحكم فى قيمة العدد المحمل به العداد C1 بواسطة التحكم فى حالة المداخل I0.0, I0.1, I0.2, I0.3 كما سبق.

وفيما يلى قائمة الجمل STL

العملية	البيانات	العملية	البيانات
A	I0.0	=	Q2.1
Cu	C1		
A	I0.1	L	C1
CD	C1	L	KF5
A	I0.2	<=F	
L	KC10	=	Q2.2
S	C1		
A	I0.3	L	C1
R	C1	L	KF7
		> <F	
L	C1	=	Q2.3
L	KF15		
> = F			

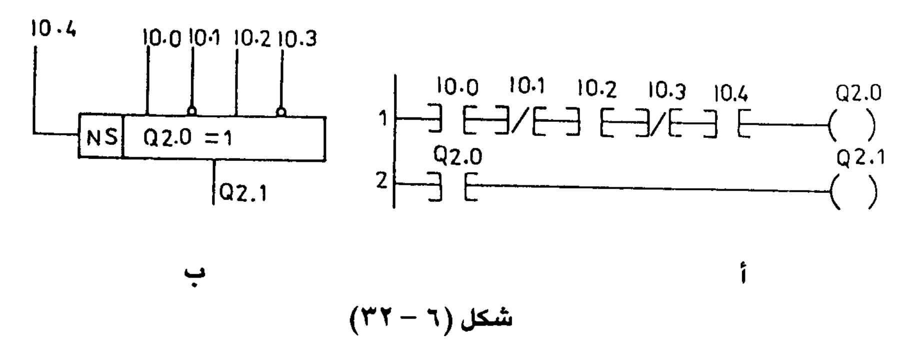
٦ / ٨- خريطة التشغيل التتابعى Grofcet

تعتبر خريطة التشغيل التتابعى Grafcet أحد لغات أجهزة PLC ولكننا فى هذه الفقرة سنتناولها من أجل تسهيل عملية استنتاج الشكل السلمى للعمليات الصناعية التى تتكون من مجموعة من المراحل المتعاقبة.

وتكتب أوامر التشغيل فى خريطة التشغيل التتابعى داخل مستطيل ضلعه العلوى والجانبى جهة اليسار تخص المداخل، وضلعه السفلى والجانبى جهة اليمين تخص المخارج، ويكتب داخل المستطيل جهة اليسار نوع الأمر وداخل المستطيل يكتب تفصيل الأمر وفى الفقرات التالية أهم الأوامر المستخدمة فى خريطة التشغيل التتابعى .

٦ / ٨ / ١- بدون تخزين N S

وينفذ هذا الأمر طالما تحققت الشروط والشكل (٦-٣٢) يبين مثالاً لهذا الأمر ففى الشكل (أ) الشكل السلمى المكافئ وفى الشكل (ب) شكل الأمر فى خريطة التشغيل التتابعى .



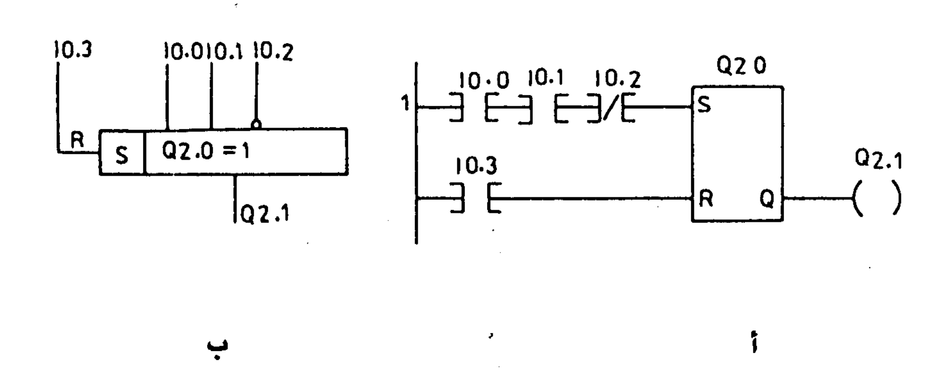
شكل (٦ – ٣٢)

والمقصود بتحقيق الشروط هو أن تكون حالة جميع المداخل العادية عالية (1) والمعكوسة منخفضة 0 فعندما تكون حالة المداخل I0.0,I0.2,I0.4 عالية وحالة المداخلI0.1,I0.3 منخفضة يتحقق الأمر فتصبح حالة المخرج Q2.0 مساوية 1 وتباعاً يصبح حالة المخرج Q2.1 مساوية 1 أيضاً ولكن بمجرد اختلال أحد الشروط السابقة كأن يصبح حالة I0.1 تساوى 1 بدلاً من 0 مثلاً يتوقف تنفيذ الأمر أى تصبح حالة Q2.0 مساوية 0 وتباعاً تصبح حالة Q2.1 مساوية 0 .

٦ / ٨ / ٢- بتخزين (S)

وينفذ هذا الأمر طالما تحققت الشروط ولو للحظة ويتوقف تنفيذ هذا الأمر عند وصول إشارة عالية لمدخل التحرير R والشكل (٦ –٣٣) يبين مثالاً لهذا الأمر ففى

الشكل (أ) الشكل السلمى المكافئ لأمر تخزين والمبين بالشكل (ب) .



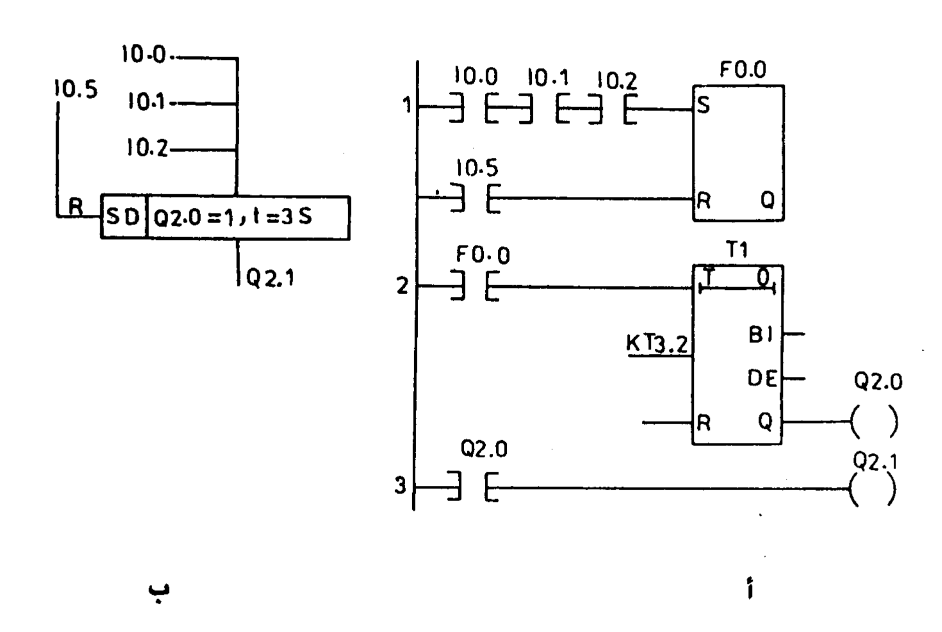
شكل (٦ - ٣٣)

فعندما تكون حالة المداخل I0.0,I0.1 عالية (1) وحالة المداخل I0.2,I0.3 منخفضة تصبح حالة المخرج Q2.0 مساوية 1 وتباعًا تصبح حالة المخرج Q2.1 عالية أيضًا (1) .

وعندما تصل إشارة عالية لمدخل التحرير I0.3 تصبح حالة المخرج Q2.0 صفرًا وتباعًا تصبح حالة المخرج Q2.1 صفرًا .

٦ / ٨ / ٣- بتخزين وبتأخير زمنى (SD)

وينفذ هذا الأمر طالما تحققت شروط التشغيل (المداخل) ولو للحظة وذلك بعد تأخير زمنى مقداره T ويتوقف تنفيذ الأمر عند وصول إشارة عالية لمدخل التحرير والشكل (٦ - ٣٤) يعرض مثالاً لهذا الأمر ففى الشكل (أ) الشكل السلمى المكافئ لأمر تخزين وبتأخير زمنى والمبين بالشكل (ب) .

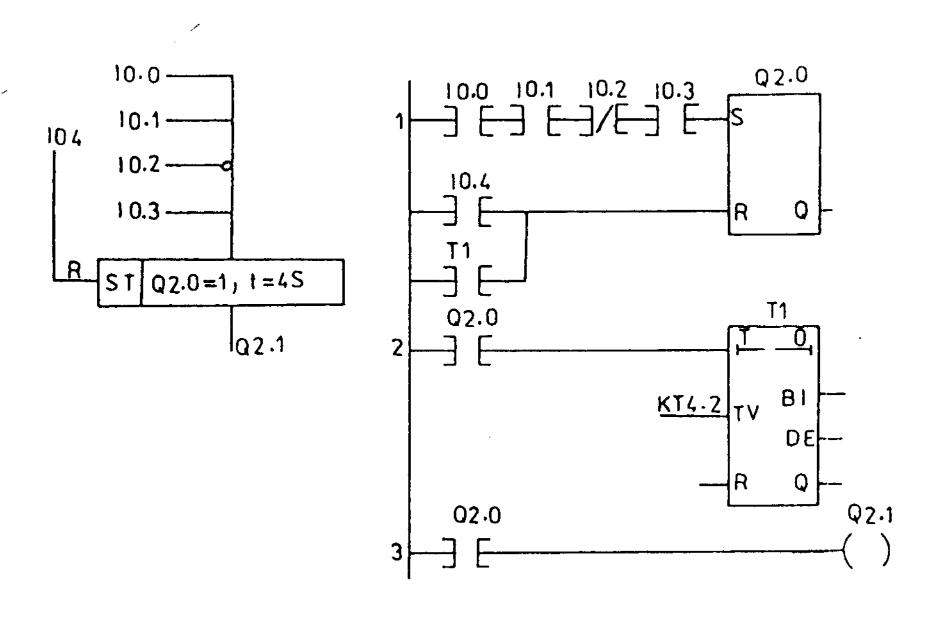


شكل (٦ – ٣٤)

فعندما تكون حالة المداخل I0.0,I0.1,I0.2 عالية (1) وحالة المداخل I0.2 منخفضة (0) يتحقق هذا الأمر وبعد تأخير ثلاث ثوان تصبح حالة المخرج Q2.0 عالية (1) وتباعًا تصبح حالة المخرج Q2.1 عالية أيضًا وعند وصول إشارة عالية للمدخل I0.5 يتوقف تنفيذ هذا الأمر وتصبح حالة Q2.0 منخفضة (0) وتباعًا تصبح حالة Q2.1 منخفضة أيضًا .

٦ / ٨ / ٤ - بتخزين لمدة زمنية محددة ST

وينفذ هذا الأمر طالما تحققت شروط التشغيل (المداخل) ولو للحظة ويستمر تنفيذ الأمر مدة زمنية T أو لحين وصول إشارة تحرير أيهما أسرع، والشكل (٦-٣٥) يعرض مثالاً لهذا الأمر ففى الشكل السلمى المكافئ لأمر تخزين لمدة زمنية محددة T والمبين بالشكل (ب) .



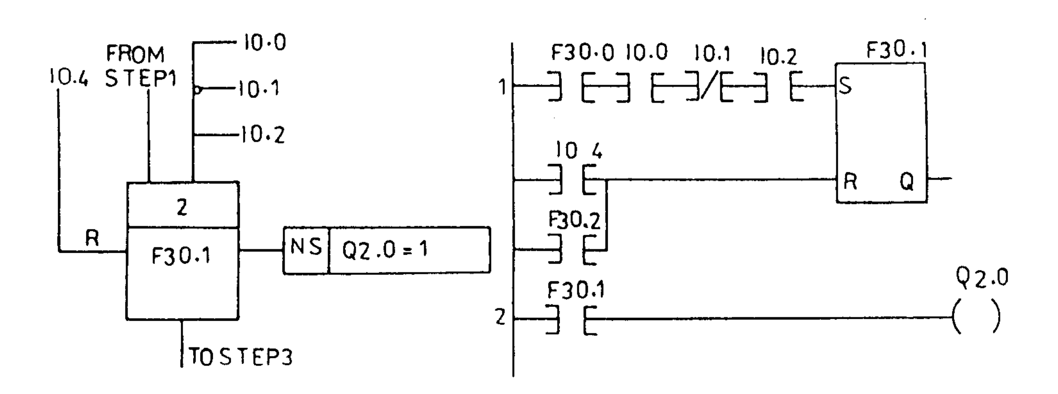
ب أ

شكل (٦ – ٣٥)

فإذا كانت حالة المداخل I0.0,I0.1,I0.3 عالية (1) وحالة المداخل I0.3, I0.4 منخفضة تصبح حالة المخرج Q2.0 عالية (1) لمدة زمنية مقدارها أربع ثوان وبالمثل تصبح حالة المخرج Q2.1 عالية (1) لمدة زمنية مقدارها أربع ثوان أما فى حالة وصول إشارة عالية لمدخل التحرير I0.4 تصبح حالة المخارج Q2.0,Q2.1 منخفضة (0) .

٦ / ٨ / ٥- الخطوة STEP

تتكون العمليات الصناعية المتتابعة من مجموعة من المراحل بحيث لا تبدأ مرحلة إلا بعد تحقق شروط التشغيل لها ومن بين هذه الشروط عمل المرحلة السابقة أى الخطوة السابقة والشكل (٦– ٣٦) يبين مثالاً لهذا الأمر ففى الشكل (أ) الشكل السلمى المكافئ للخطوة الثانية لأحد العمليات الصناعية .



ب أ

شكل (٦-٣٦)

فإذا كانت حالة المداخل I0.0,I0.2 عالية (1) وحالة المداخل I0.1,I0.4 منخفضة (0) مع بدء الخطوة السابقة أى حالة F30.0 عالية (1) فتصبح حالة (F30.1) عالية (1) وتباعًا يعمل المخرج Q2.0 أى تصبح حالته مرتفعة (1) وعند عمل الخطوة التالية أى عمل F30.2 تتوقف الخطوة الثانية F30.1 وتصبح حالة Q2.0 مساوية (0) وذلك لأن الأمر المستخدم بدون تخزين (NS).

الباب السابع

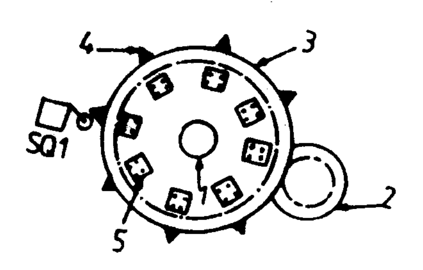
تطبيقات على أجهزة التحكم المبرمج

فى الأنظمة الهيدروليكية

تطبيقات على أجهزة التحكم المبرمج
فى الأنظمة الهيدروليكية

٧ / ١- طاولة التقسيم ذات الزوايا المختلفة

تستخدم هذه الطاولة فى خطوط الإنتاج لعمل أكثر من عملية على الشغلة الواحدة، وتتراوح زوايا دوران الطاولة من 60° :10 والشكل (٧-١) يبين مسقطًا أفقيًا لطاولة تقسيم.



شكل (٧ -١)

حيث إن :

عمود الدوران	1
محرك هيدروليكى مثبت عليه ترس صغير	2
طاولة التقسيم مثبت عليها ترس كبير	3
كامة	4
مكان تثبيت الشغلة	5

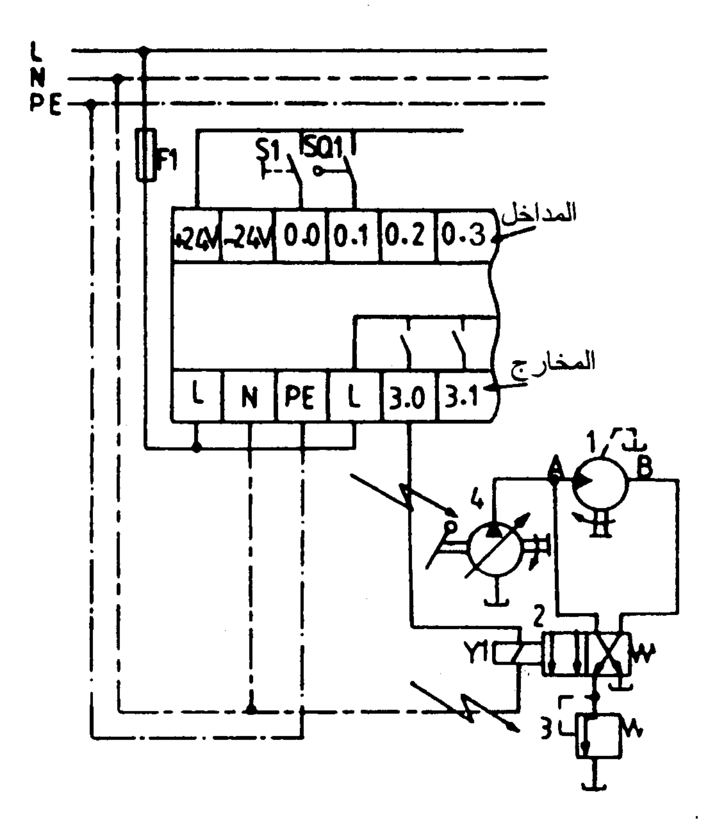
وحتى يتضح لنا مرونة التحكم فى هذه الطاولة باستخدام جهاز PLC سنتناول هذا التمرين بطريقتين:

أولاً : باستخدام صمام 4/2 بملف ويای :

فى الشكل (٧-٢) مخطط التوصيل مع جهاز PLC من النوع المتكامل والدائرة الهيدروليكية مستخدماً الضاغط S1 كضاغط تشغيل ومفتاح نهاية المشوار SQ1 لتحديد مكان الوقوف للطاولة .

التعريف بمحتويات مخطط التوصيل لجهاز PLC :

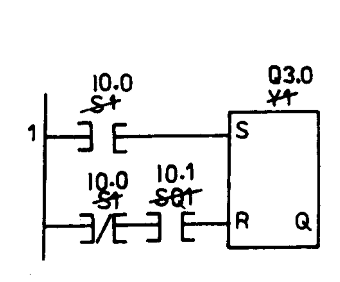
محرك هيدروليكى	1
صمام 4/2 بملف ويای	2
صمام تصريف ضغط مباشر (للفرملة)	3
مضخة متغيرة التدفق يتم ضبطها باليد	4



شكل (٧ -٢)

وفى الشكل (٧- ٣) الشكل السلمى وفيما يلى البرنامج البولى

المعامل	العملية
I0. 0	A
Q 3.0	S
I0.0	AN
I0.1	A
Q3.0	R



شكل (٧-٣)

نظرية تنفيذ جهاز PLC للشكل السلمى :

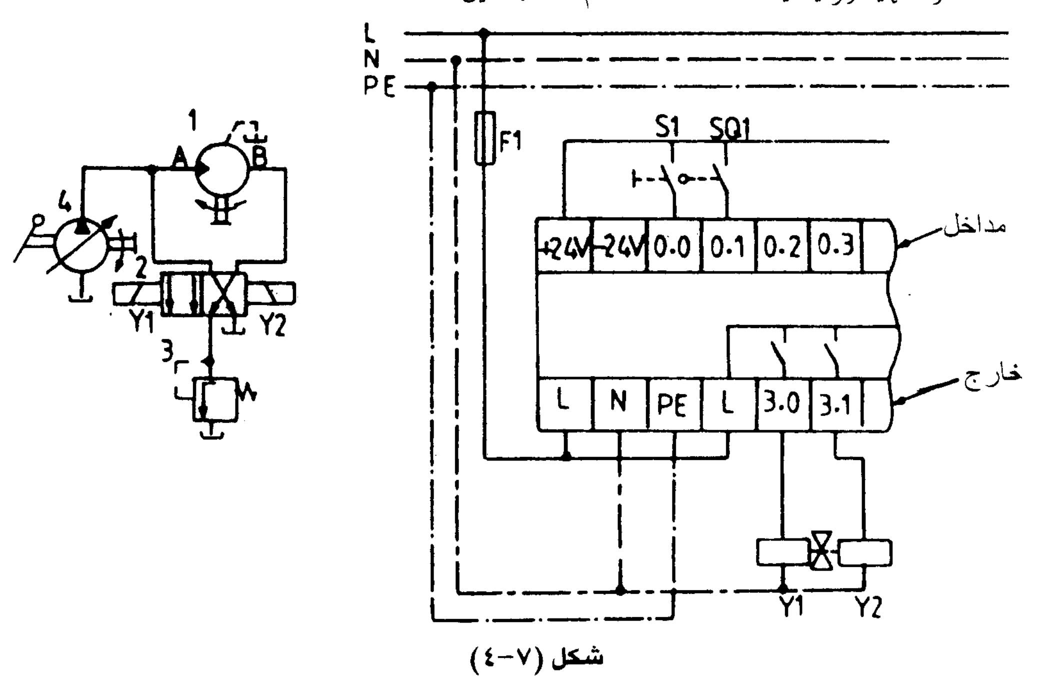
عند الضغط على الضاغط S1 يصل جهد 24V + للمدخل I0.0، وبالتالى تصبح حالة I0.0 مساوية 1، فتنعكس حالة الريشة I0.0 فى الشكل السلمى فتصل إشارة 1 لمدخل الإمساك (S) للقلاب Q3.0 وتصبح حالة القلاب مساوية 1، وبالتالى ينتقل جهد المصدر الكهربى إلى المخرج Q3.0 فيتغير وضع التشغيل للصمام 2 ويدور المحرك الهيدروليكى، وبمجرد وصول أحد الكامات المثبتة على طاولة التقسيم فى مواجهة مفتاح نهاية المشوار SQ1 يصل جهد 24V+ للمدخل I0.1 ، وبالتالى تصبح حالة I0.1 مساوية 1 فتغلق الريشة المفتوحة للمدخل I0.1 فى الشكل السلمى، فتصل إشارة 1 لمدخل التحرير R للقلاب Q3.0 وتصبح حالة القلاب حينئذ مساوية 0، وبالتالى ينقطع جهد المصدر عن المخرج Q3.0 ويعود الصمام 2 لوضعه الابتدائى فيتوقف المحرك الهيدروليكى بفرملة نتيجة لاتصال مخرج المحرك بصمام تصريف الضغط 3.

ملاحظة :

صمام تصريف الضغط 3 يعمل كصمام حد ضغط أثناء دوران المحرك الهيدروليكى، وكصمام فرملة أثناء توقف المحرك الهيدروليكى.

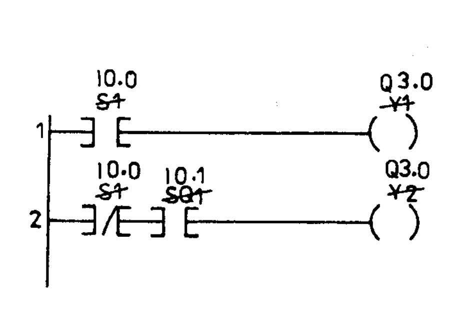
ثانياً : باستخدام صمام 4/2 بملفين :

الشكل (٧ – ٤) يعرض مخطط توصيل جهاز PLC من النوع المتكامل وأيضاً الدائرة الهيدروليكية مستخدماً صمام 4/2 بملفين .



شكل (٧–٤)

وفى الشكل (٧ – ٥) الشكل السلمى للتحكم فى طاولة التقسيم باستخدام صمام 4/2 بملفين وفيما يلى البرنامج البولى :



العملية	المعامل
A	I0. 0
=	Q 3.0
AN	I0.0
A	I0.1
=	Q3.0

شكل (٧–٥)

نظرية تنفيذ جهاز PLC للشكل السلمى :

عند الضغط على الضاغط S1 يصل جهده +24V للمدخل I0.0، وبالتالى تصبح حالة I0.0 مساوية 1 فتغلق الريشة المفتوحة للمدخل I0.0 فى الشكل السلمى فيكتمل مسار تيار المخرج Q3.0 وتصبح حالته 1 وبالتالى ينتقل جهد المصدر للمخرج Q3.0، فيتغير وضع التشغيل للصمام 2 للوضع الأيسر، ويدور المحرك 1 فتدور الطاولة، وبمجرد وصول أحد الكامات المثبتة على الطاولة فى مواجهة SQ1 يصل جهد +24V للمدخل I0.1 ، وبالتالى تصبح حالة I0.1 مساوية 1 فتغلق الريشة المفتوحة I0.1 فى الشكل السلمى فيكتمل مسار تيار المخرج Q3.1 وتصبح حالته 1، وبالتالى ينتقل جهد المصدر للمخرج Q3.1 فيعود الصمام 2 لوضع التشغيل الأيمن فيتوقف المحرك 1 بفرملة نتيجة لاتصال مخرج المحرك الهيدروليكى بصمام الفرملة 3 وفى نفس الوقت يعود كل خرج المضخة للخزان مرة أخرى.

ملاحظة :

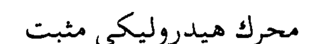
عند استخدام صمام 4/2 بملف وياى نحتاج إلى جهد كهربى دائم لملف الصمام حتى نحافظ على وضع تشغيل الصمام على الوضع الثانوى، ولذلك يستخدم عادة قلاب فى الشكل السلمى.

أما عند استخدام صمام 4/2 بملفين نحتاج فقط لنبضة جهد لملف الصمام، وذلك لتغيير وضع الصمام من وضع لآخر، وبالتالى لا نحتاج لقلاب فى الشكل السلمى.

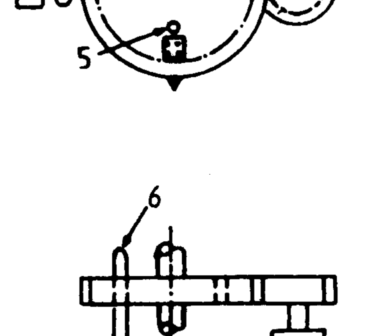
٧ / ٢- طاولة التقسيم ذات السقاطة :

الشكل (٧-٦) يبين المسقط الرأسى والمسقط الأفقى لطاولة تقسيم تعمل بمحرك هيدروليكى وسقاطة.

حيث إن :

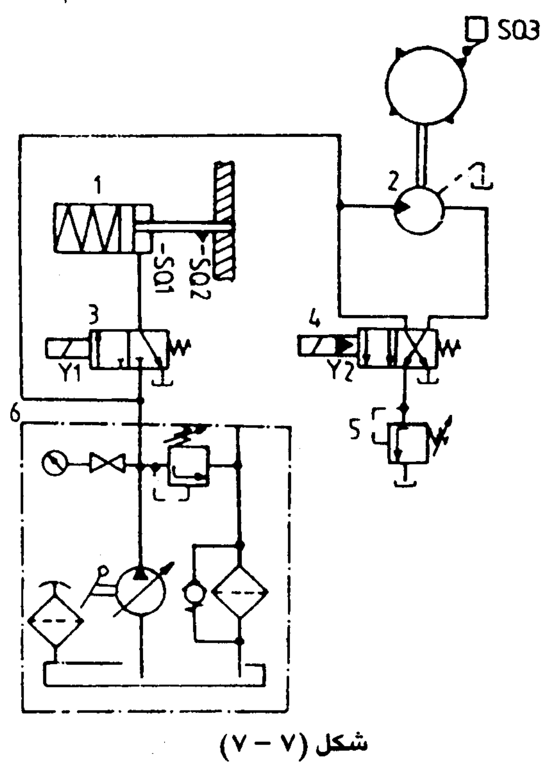

محرك هيدروليكى مثبت

على ترس صغير	1
محور دوران الطاولة	2
كامة	3
مكان تثبيت الشغلة	4
ثقب دخول السقاطة	5
السقاطة	6
أسطوانة السقاطة	7



شكل (٧-٦)

وفى الشكل (٧ – ٧) الدائرة الهيدروليكية لطاولة التقسيم .



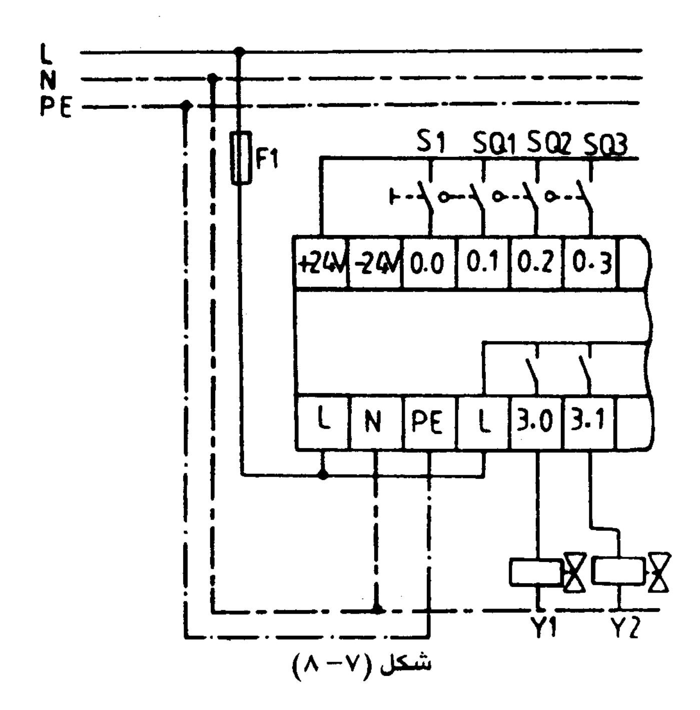
شكل (٧ – ٧)

وفيما يلى قائمة التخصيص:

وهى قائمة يخصص فيها مدخل واحد من مداخل جهاز PLC لكل ضاغط أو مفتاح، ويحدد نوع ريشة الضاغط أو المفتاح المستخدم هل مفتوحة طبيعيًا NO أو مغلقة طبيعيًا NC، وكذلك يخصص مخرج من مخارج جهاز PLC لكل جهاز مخارج مثل: الكونتاكتورات، والصمامات الاتجاهية، ولمبات البيان، والهورنات.... إلخ.

الرمز	المعامل	التعليــــــق
S1	I0. 0	ضاغط التشغيل (ريشة مفتوحة)
SQ1	I0.1	مفتاح نهاية مشوار لعودة الأسطوانة (NO)
SQ2	I0.2	مفتاح نهاية مشوار الذهاب للأسطوانة (NO)
SQ3	I0.3	مفتاح نهاية مشوار الطاولة (NO)
Y1	Q3.0	ملف الصمام 3
Y2	Q3.1	ملف الصمام 4

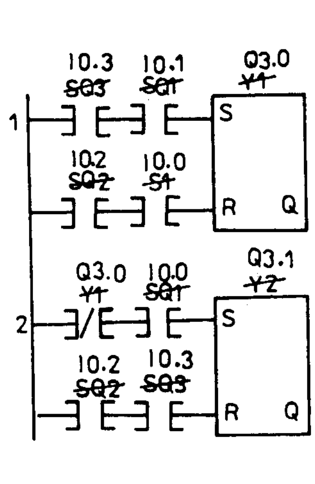
ويتم توصيل كل جهاز مداخل وجهاز مخارج بالوصف الموضح بقائمة التخصيص مع جهاز PLC. والشكل (٧ – ٨) يبين مخطط التوصيل مع جهاز PLC من النوع المتكامل.



شكل (٧-٨)

وفى الشكل (٧ – ٩) الشكل السلمى لهذه الطاولة وفيما يلى البرنامج البولى :

المعامل	العملية
I0.3	A
I0.1	A
Q3.0	S
I0.2	A
I0.0	A
Q3.0	R
Q3.0	AN
I0.0	A
Q3.1	S
I0.2	A
I0.3	A
Q3.1	R



شكل (٧-٩)

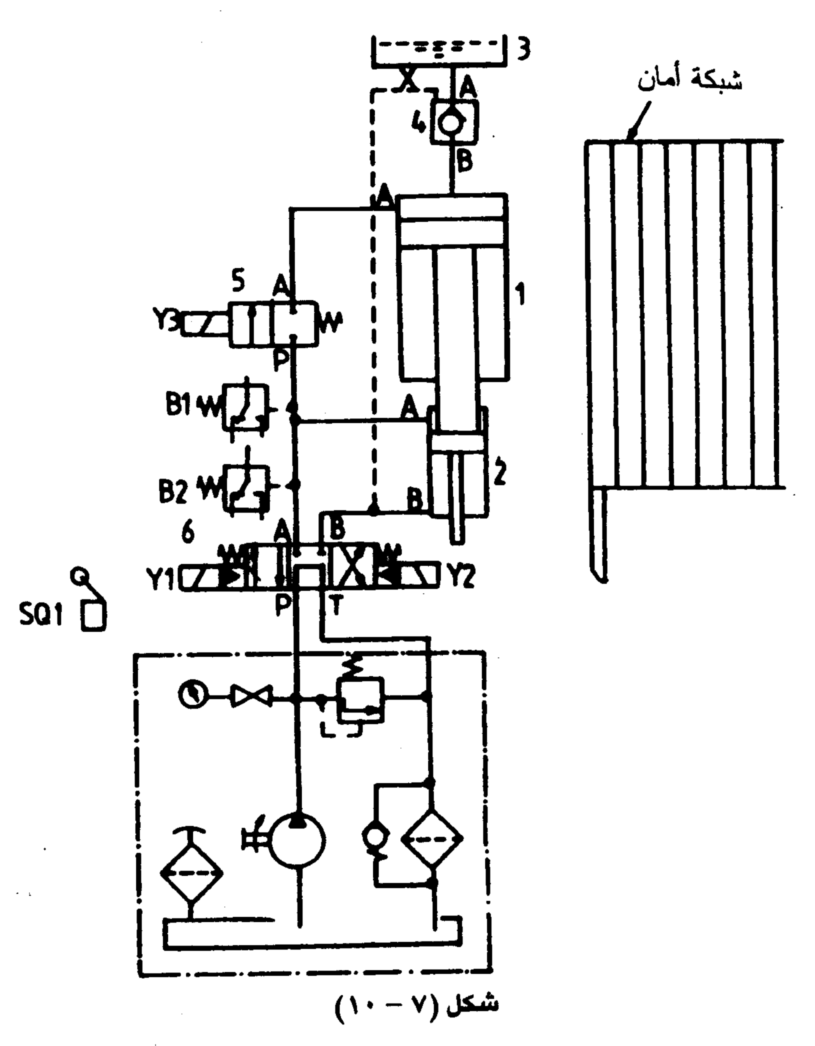
نظرية تنفيذ جهاز PLC للشكل السلمى:

عند الضغط على الضاغط S1 تصبح حالة I0.0 مساوية 1. فيحدث تحرير للمخرج Q3.0 وتصبح حالته 1 وبالتالى ينقطع التيار الكهربى عن الملف Y1 ، فتتراجع أسطوانة السقاطة 1 للخلف وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ1 فتصل إشارة 1 للمدخل I0.1، وحيث إن المخرج Q3.0 حالته مساوية 0، فإن الريشة Q3.0 سوف تظل كما هى فيكتمل مسار الإمساك للمخرج Q3.0 ويصبح حالته 1 فيصل تيار كهربى للملف Y2، فيدور المحرك 2. وبمجرد قيام أحد الكامات المثبتة على الطاولة بالضغط على المفتاح SQ3 تصل إشارة 1 للمدخل I0.3 فيحدث إمساك للمخرج Q3.0 وتصبح حالته 1 ويصل التيار الكهربى إلى Y1 ، فتتقدم أسطوانة السقاطة 1 للأمام ليندفع عمود الأسطوانة بداخل الثقب الموجود داخل الطاولة، وعند وصول الأسطوانة 1 لمفتاح نهاية المشوار SQ2 تصل إشارة 1 للمدخل I0.2، فيكتمل مسار التحرير للمخرج Q3.1 ، فتصبح حالته 0 وينقطع التيار الكهربى عن Y2، ويتوقف المحرك 1 بفرملة.

٧ / ٣- المكبس ذو الأسطوانتين المتتاليتين:

عادة يراعى عند تصميم المكابس الاهتمام بعامل السلامة، وهناك عدة طرق لتحقيق السلامة على سبيل المثال: وجود شبكة الأمان مغلقة على المكبس، وإذا أعيد فتح الشبكة أثناء عمل المكبس يتوقف المكبس فى الحال، وأحياناً يضاف نظام إمساك لشبكة الأمان بحيث لا يمكن فتح الشبكة أثناء عمل المكبس، وهناك بعض المكابس تعمل بضاغطين يدويين وذلك لإشغال يدى العامل معاً أثناء عمل المكبس، ويتوقف المكبس فى الحال إذا اقترب أى جسم غريب فى المنطقة الخطرة وذلك باستخدام خلية ضوئية وهكذا.

والدائرة الهيدروليكية للمكبس ذى الأسطوانتين المتتاليتين والمزودة بشبكة أمان موضحة بالشكل (٧ - ١٠).



شكل (٧ – ١٠)

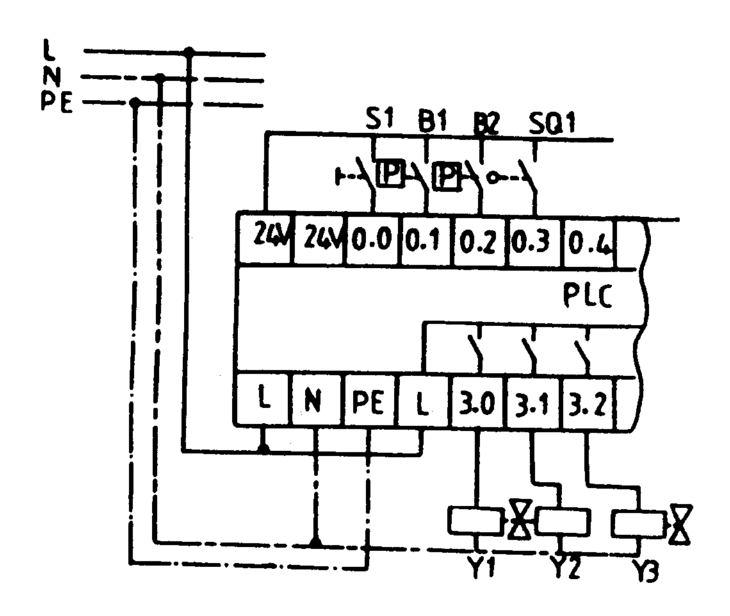
محتويات الدائرة الهيدروليكية :

أسطوانة المكبس	1, 2
خزان	3
صمام لارجعى بإشارة تحكم	4
صمام اتجاهى 2/2 بملف وياى	5
صمام 4/3 بملفين سابقة التحكم	6
وحدة القدرة الهيدروليكية	7

وفيما يلى قائمة التخصيص:

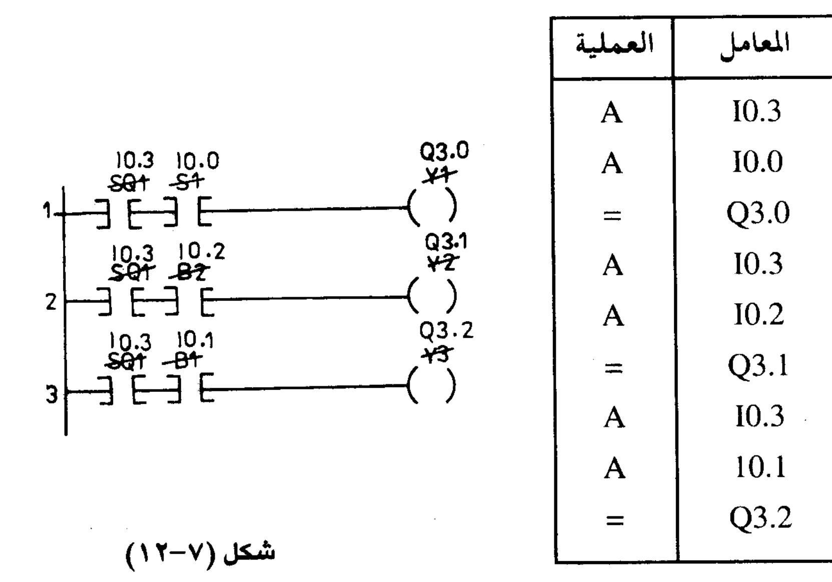
الرمز	المعامل	التعليــــــق
S1	I0. 0	ضاغط التشغيل (ريشة NO)
B1	I0.1	مفتاح ضغط (ريشة NO)
B2	I0.2	مفتاح ضغط (ريشة NO)
SQ1	I0.3	مفتاح نهاية مشوار شبكة الأمان (ريشة NO)
Y1	Q3.0	ملف الذهاب للصمام 6
Y2	Q3.1	ملف العودة للصمام 6
Y3	Q3.2	ملف الصمام 5

وفى الشكل (٧ – ١١) مخطط التوصيل مع جهاز PLCمن النوع المتكامل.



شكل (٧ – ١١)

وفى الشكل (٧ – ١٢) الشكل السلمى وفيما يلى البرنامج البولى :



المعامل	العملية
I0.3	A
I0.0	A
Q3.0	=
I0.3	A
I0.2	A
Q3.1	=
I0.3	A
10.1	A
Q3.2	=

شكل (٧-١٢)

نظرية تنفيذ جهاز PLC للشكل السلمى :

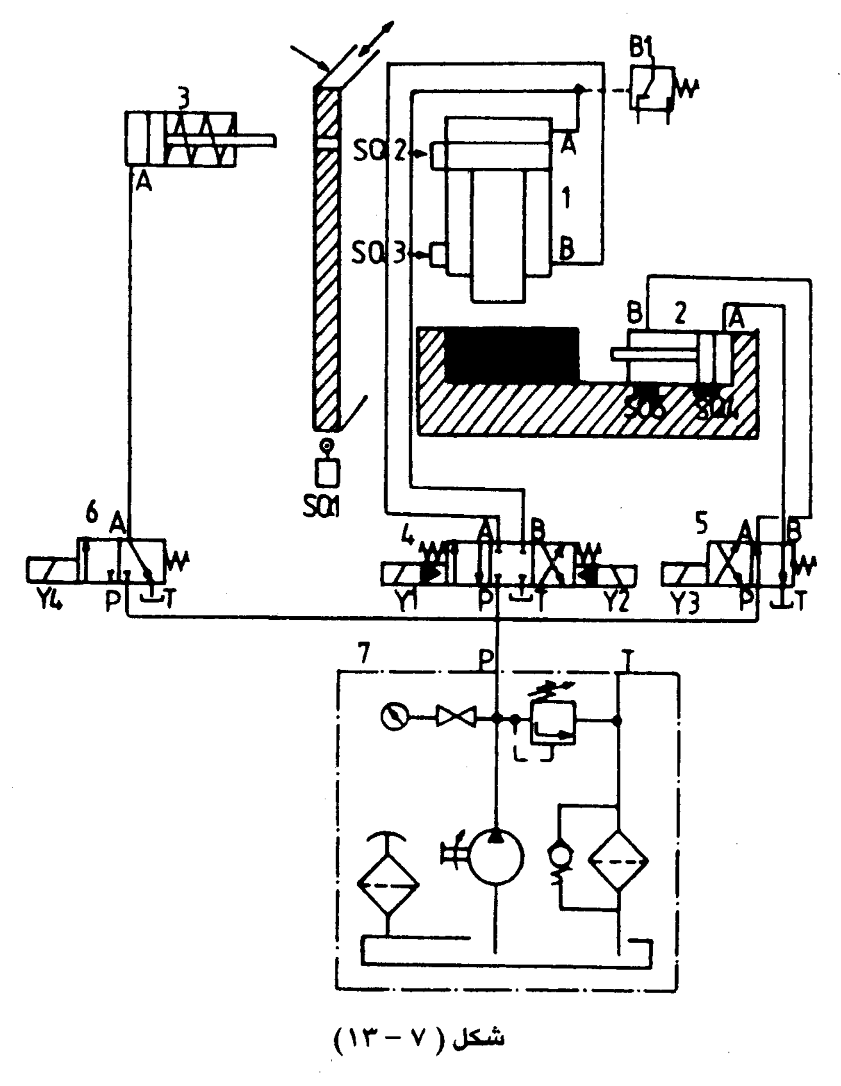
عند غلق شبكة الأمان فإن مفتاح نهاية المشوار SQ1 يعمل على غلق ريشته المفتوحة فتصبح حالة I0.3 مساوية 1 ، وعند الضغط على الضاغط S1 تصبح حالة I0.0 مساوية 1، وبالتالى تصبح حالة Q3.0 مساوية 1 ، فيصل تيار كهربى للملف Y1 ، فتتقدم الأسطوانة 2، لتسحب معها الأسطوانة 1 فيحدث تفريغ خلف مكبس الأسطوانة 2 فيندفع الزيت الهيدروليكى من الخزان 3 عبر الصمام اللارجعى 4 ليملأ غرفة مكبس الأسطوانة 1، وعند وصول الأسطوانة 2 لنهاية شوط الذهاب يزداد الضغط عند المدخل A للأسطوانة فيعمل مفتاح الضغط B1 على غلق ريشته المفتوحة، فتصبح حالة I0.1 مساوية 1 فيصل تيار كهربى للملف Y3، فيتغير وضع التشغيل للصمام 5 ليسمح بمرور الزيت المضغوط إلى الأسطوانة 1 ، ويزداد الضغط خلفها حتى يصل إلى القيمة المعاير عليها مفتاح الضغط B2، فيغلق ريشته المفتوحة وتصبح حالة I0.2 مساوية 1، وبالتالى تصبح حالة Q3.1 مساوية 1، فيصل تيار كهربى للملف Y2 ، فتتراجع الأسطوانة 2 لتدفع معها الأسطوانة 1 لأعلى، ويفتح الصمام اللارجعى 4 لمرور الزيت الهيدروليكى من الأسطوانة 1 للخزان 3 وذلك

نتيجة لوصول إشارة ضغط لمدخل التحكم X من الفتحة B للصمام 6، وحينئذ يمكن فتح شبكة الأمان وإخراج الشعلة واستبدالها بأخرى.

٧ / ٤- المكبس ذو أسطوانة التثبيت والسقاطة:

يحتوى هذا المكبس على ثلاث أسطوانات وشبكة أمان أما الأسطوانات: فالأولى أسطوانة الكبس، والثانية أسطوانة تثبيت الشغلة، والثالثة أسطوانة السقاطة لإمساك شبكة الأمان عند عمل المكبس.

والشكل (٧ - ١٣) يعرض الدائرة الهيدروليكية لهذا المكبس.



شكل (٧ - ١٣)

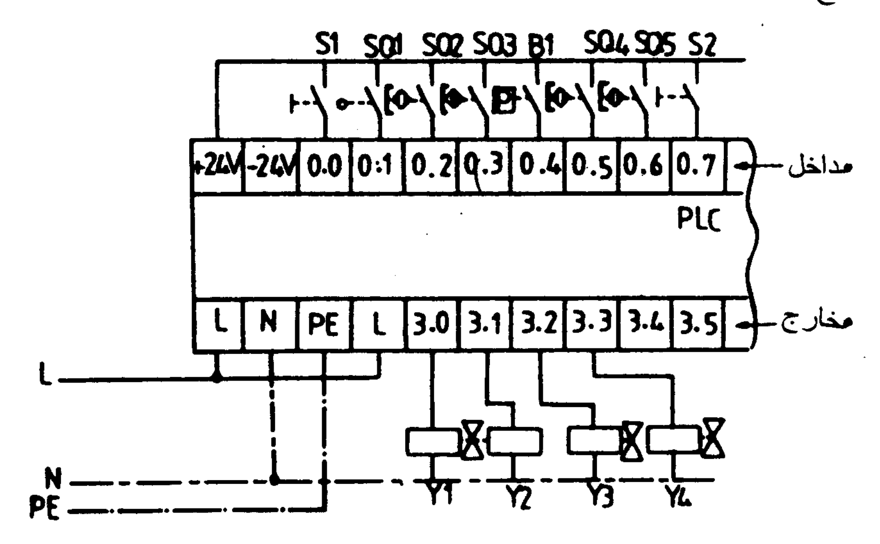
محتويات الدائرة الهيدروليكية :

أسطوانة الكبس	1
أسطوانة تثبيت الشغلة	2
أسطوانة السقاطة	3
صمام 4/3 بملفين لتشغيل أسطوانة الكبس	4
صمام 4/2 بملف وياى لتشغيل أسطوانة التثبيت	5
صمام 4/2 بملف وياى لتشغيل أسطوانة السقاطة	6
وحدة القدرة الهيدروليكية	7

وفيما يلى قائمة التخصيص لهذا المكبس :

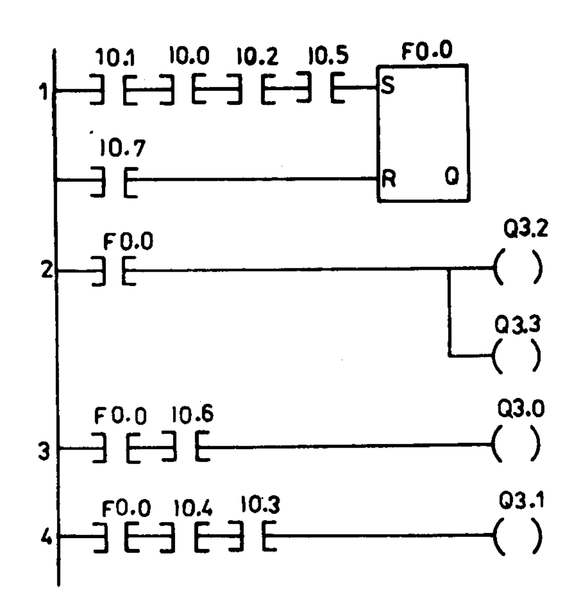
التعليـــــق	المعامل	الرمز
ضاغط التشغيل (ريشة مفتوحة)	I0. 0	S1
مفتاح نهاية مشوار شبكة الأمان (ريشة مفتوحة)	I0.1	SQ1
مفتاح تقاربى مغناطيسى لأسطوانة المكبس (ريشة مفتوحة)	I0.2	SQ2
مفتاح تقاربى مغناطيسى لأسطوانة المكبس (ريشة مفتوحة)	I0.3	SQ3
مفتاح ضغط (ريشة مفتوحة)	I0.4	B1
مفتاح تقاربى مغناطيسى لأسطوانة التثبيت (ريشة NO)	I0.5	SQ4
مفتاح تقاربى مغناطيسى لأسطوانة التثبيت (ريشة NO)	I0.6	SQ5
ضاغط الإيقاف (ريشة مفتوحة)	I0.7	S2
ملف الذهاب للصمام 4	Q3.0	Y1
ملف العودة للصمام 4	Q3.1	Y2
ملف الصمام 5	Q3.2	Y3
ملف الصمام 6	Q3.3	Y4

وفى الشكل (٧- ١٤) مـخطط التـوصـيل لجـهـاز PLC مع أجـهـزة المداخل والمخارج.



شكل (٧-١٤)

وفى الشكل (٧ – ١٥) الشكل السلمى وفيما يلى البرنامج البولى.



شكل (٧-١٥)

العملية	المعامل	العملية	المعامل
=	Q3.3	A	I0.1
A	F0.0	A	I0.0
A	I0.6	A	I0.2
=	Q3.0	A	I0.5
A	F0.0	S	F0.0
A	I0.4	A	I0.7
A	I0.3	R	F0.0
=	Q3.1	A	F0.0
		=	Q3.2

نظرية تنفيذ جهاز PLC للبرنامج

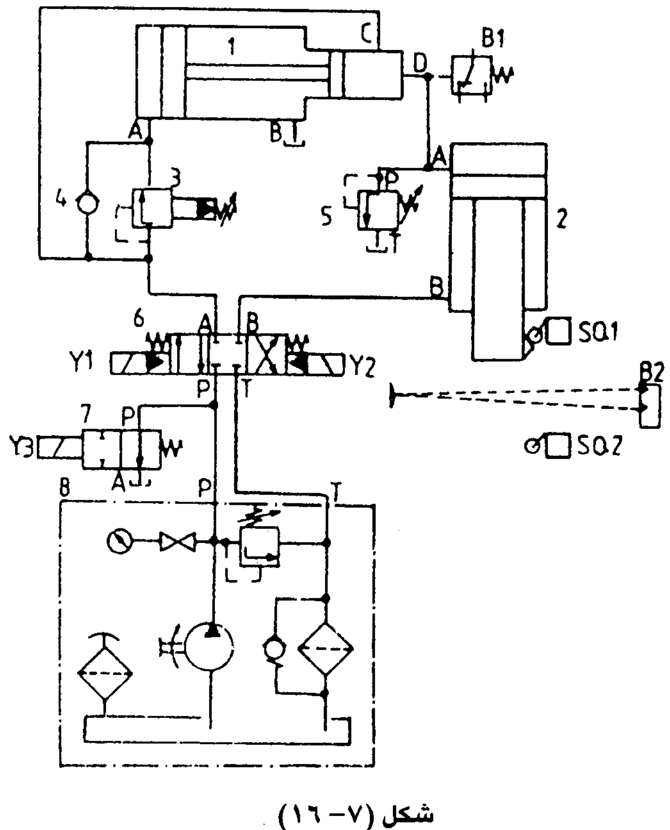
فى البداية يقوم المشغل بوضع الشغلة فى المكان المعد لها، ثم يغلق شبكة الأمان يدوياً، وحيث إن الأسطوانة 1 متراجعة للخلف لذا فإن SQ2 يغلق ريشته المفتوحة، وتصل إشارة 1 للمدخل I0.2 ، كذلك تكون الأسطوانة 2 متراجعة للخلف فيغلق SQ4 ريشته المفتوحة فتصبح حالة I0.5 مساوية 1، وعند غلق الشبكة تغلق ريشة SQ1 المفتوحة فتصل إشارة 1 للمدخل I0.1، وعند الضغط على الضاغط S1 تصل إشارة 1 للمدخل I0.0 وبالتالى يكتمل مسار الإمساك للعلم F0.0، فتصبح حالة العلم مساوية 1، وبالتالى تغلق ريشة العلم المفتوحة فى الخط الثانى فتصبح حالة Q3.2، Q3.3 مساوية 1 فيصل تيار كهربى لكل من Y4, Y3 ، فيتغير وضع الصمام 6 وتتقدم الأسطوانة 3 للأمام لتمسك شبكة الأمان ويتغير حالة الصمام 5، وتتقدم أسطوانة التثبيت 2 للأمام لتثبيت الشغلة، وعند وصول الأسطوانة 2 لنهاية شوط الذهاب يغلق المفتاح التقاربى SQ5 ريشته المفتوحة فتصل إشارة 1 للمدخل I0.6 ، وبالتالى يكتمل مسار التيار للمخرج Q3.0 وتصبح حالته مساوية 1 فيعمل Y1، ويتغير وضع التشغيل للصمام 4 فتتقدم الأسطوانة 1 للأمام. وعند وصول الأسطوانة 1 لنهاية شوط الذهاب يغلق المفتاح التقاربى SQ3 ريشته المفتوحة فتصل إشارة 1 للمدخل I0.3 ، وعندما يصل الضغط خلف مكبس الأسطوانة 1 للضغط المعاير

عليه مفتاح الضغط B1 يغلق المفتاح ريشته المفتوحة فتصل إشارة 1 للمدخل I0.4، وبالتالى يكتمل مسار التيار للمخرج Q3.1 فيصل جهد كهربى للملف Y2، وتتراجع الأسطوانة 1 للخلف مرة أخرى، وبالضغط على ضاغط تحرير السقاطة S2 تصل إشارة 1 للمدخل I0.7 فيتحرر F0.0 ، وتصبح حالته 0، وبالتالى تعود حالة المخارج Q3.3 ، Q3.2 للصفر وينقطع التيار الكهربى عن Y2, Y3 ، فتتراجع أسطوانة مسك الشبكة 3، وكذلك أسطوانة التثبيت 2 للخلف بعد ذلك يمكن للمشغل رفع الشغلة واستبدالها بأخرى وتكرار دورة التشغيل من جديد.

٧ / ٥- المكبس ذو أسطوانة التكبير

يحتوى هذا المبكس على ضاغطين للتشغيل وأيضًا للفصل، وهذا المكبس مزود بخلية ضوئية لإيقاف المكبس عند اقتراب جسم غريب من المنطقة الخطرة.

والشكل (٧- ١٦) يعرض الدائرة الهيدروليكية لهذا المكبس.



شكل (٧- ١٦)

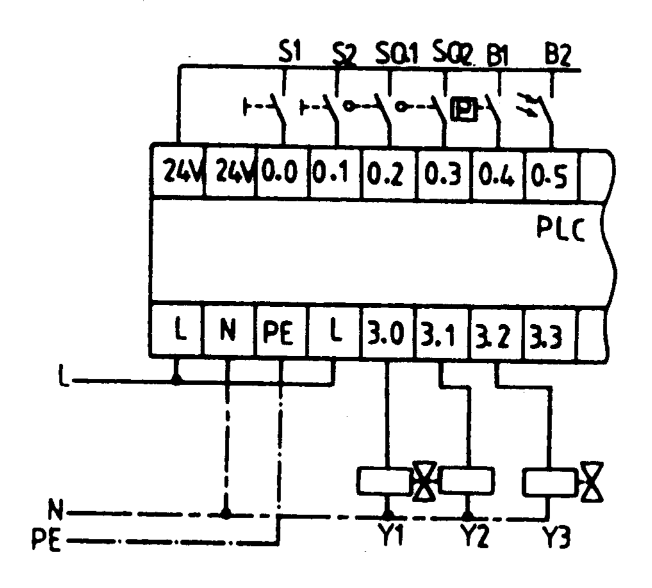
محتويات الدائرة الهيدروليكية :

أسطوانة تكبير ضغط	1
أسطوانة المكبس	2
صمام تتابعى سابق التحكم	3
صمام لارجعى	4
صمام تصريف ضغط مباشر	5
صمام 4/3 بملفين ويايين سابق التحكم	6
صمام منع تحميل المضخة وقت الراحة	7
وحدة القدرة الهيدروليكية	8

وفيما يلى قائمة التخصيص:

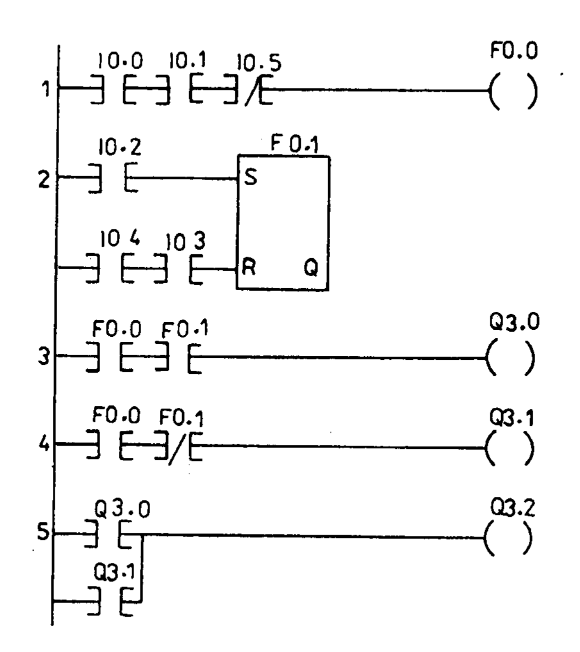
التعليـــــــق	المعامل	الرمز
ضاغط التشغيل (ريشة مفتوحة)	I0. 0	S1
ضاغط التشغيل (ريشة مفتوحة)	I0.1	S2
مفتاح نهاية مشوار العودة (ريشة مفتوحة)	I0.2	SQ1
مفتاح نهاية مشوار الذهاب (ريشة مفتوحة)	I0.3	SQ2
مفتاح ضغط (ريشة مفتوحة)	I0.4	B1
خلية ضوئية (ريشة مفتوحة)	I0.5	B2
ملف الذهاب للصمام 6	Q3.0	Y1
ملف العودة للصمام 6	Q3.1	Y2
ملف الصمام 7	Q3.2	Y3

وفى الشكل (٧ – ١٧) مخطط التوصيل مع جهاز PLC .



شكل (٧ – ١٧)

وفى الشكل (٧– ١٨) الشكل السلمى وفيما يلى البرنامج البولى .



شكل (٧–١٨)

المعامل	العملية	المعامل	العملية
I0.0	A	F0.0	A
I0.1	A	F0.1	A
I0.5	AN	Q3.0	=
F0.0	=	F0.0	A
I0.2	A	F0.1	AN
F0.1	S	Q3.1	=
I0.4	A	Q3.0	O.
I0.3	A	Q3.1	O.
F0.1	R	Q3.2	=

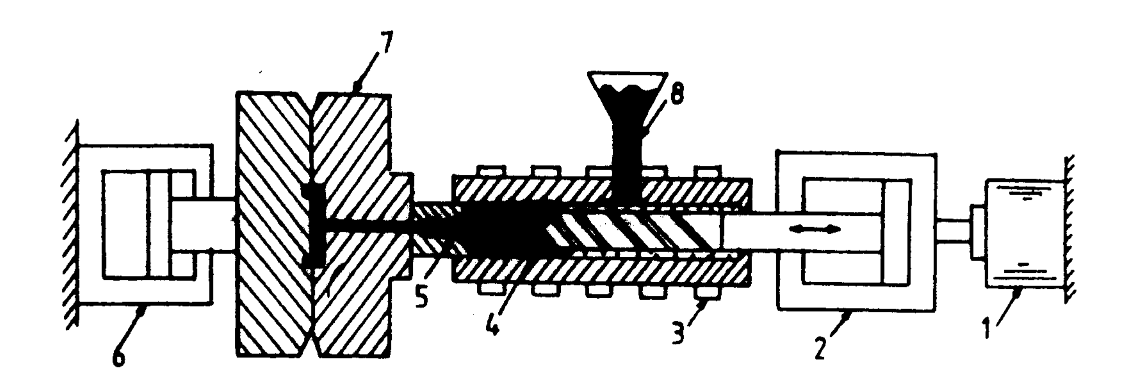
نظرية تنفيذ جهاز PLC للبرنامج :

عند الضغط على الضاغطين S2 ، S1 فى آن واحد تصل إشارة 1 للمدخلين I0.0 ، I0.1 ، وفى حالة عدم اقتراب جسم غريب فى المنطقة الخطرة، فإن الريشة المفتوحة للخلية الضوئية B2 تبقى كما هى، وبالتالى تصل إشارة 0 للمدخل I0.5، فيكتمل مسار التيار للعلم F0.0 ، وتصبح حالته مساوية 1 وفى نفس الوقت نتيجة لأن الأسطوانة 2 تكون متراجعة للخلف، فإن مفتاح نهاية المشوار SQ1 يغلق ريشته المفتوحة فتصل إشارة 1 للمدخل I0.2، وبالتالى يكتمل مسار الإمساك للعلم F0.1، وتصبح حالته مساوية1 ، ونتيجة لذلك يكتمل مسار التيار للمخرج Q3.0 فيصل تيار كهربى للملف Y1، وتباعًا يكتمل مسار التيار للمخرج Q3.2 فيصل تيار كهربى للملف Y3، وبذلك يتغير وضع تشغيل الصمامين 6,7 فيمر تدفق وحدة القدرة عبر المسار P → A للصمام 6 وصولاً للفتحة C لأسطوانة التكبير 1 ويخرج من الفتحة D لنفس الأسطوانة ليصل إلى الفتحة A للأسطوانة 2، فتتقدم الأسطوانة 2 للأمام ويعود الزيت الراجع من الأسطوانة من الفتحة B عبر المسار P → T للصمام 6 وصولاً للخزان، وعند وصول الأسطوانة 2 لنهاية شوط الذهاب يعمل مفتاح نهاية المشوار SQ2 وتصل إشارة 1 للمدخل I0.3 ، وكذلك يرتفع

الضغط خلف مكبس الأسطوانة فيعمل الصمام التتابعى 3 فيسمح بمرور الزيت المضغوط وصولاً للفتحة A لأسطوانة تكبير الضغط، فيتقدم مكبس الأسطوانة 1ويخرج الزيت من الفتحة D بضغط عال جداً فتزداد قوة دفع الأسطوانة 2، وعند وصول الضغط للحد المعاير عليه مفتاح الضغطB1 يغلق المفتاح ريشته المفتوحة فتصل إشارة 1 للمدخل I0.4، فيكتمل مسار التحرير للعلم F0.1 وتصبح حالة F0.1 مساوية 0 فتعود جميع ريش هذا العلم لحالتها الطبيعية فى الشكل السلمى فيعود حالة Q3.0 للصفر بينما تصبح حالة Q3.1 مساوية 1 فيصل جهد كهربى للملف Y2 وينقطع الجهد عن Y1 فتعود أسطوانة المكبس 2 للخلف مرة أخرى ، وأيضاً تتراجع أسطوانة تكبير الضغط 1 للخلف هى الأخرى، وعند وصول الأسطوانة 2 لنهاية شوط العودة يقوم المشغل بإزالة الضغط اليدوى عن ضاغطى التشغيل S1, S2 ويقوم بإخراج الشغلة واستبدالها.

٧ / ٦- آلة الحقن ذات البريمة الترددية :

الشكل (٧ - ١٩) يعرض المخطط التقنى لآلة حقن ذات بريمة ترددية.



شكل (٧ - ١٩)

حيث إن :

محرك هيدروليكى	1
أسطوانة الحقن	2
غرفة التسخين	3
بريمة آلة الحقن	4
فونية الحقن	5
أسطوانة القالب	6
القالب	7
قمع آلة الحقن	8

فكرة عمل آلة الحقن ذات البريمة الترددية :

يوضع مسحوق البلاستيك فى القمع، وفى كل دورة تشغيل تنتقل شحنة من هذا المسحوق داخل غرفة التسخين حيث تقوم البريمة بتسخين مسحوق البلاستيك وتحويله للحالة المنصهرة، وتنشأ الحرارة عادة من الاحتكاك بين البريمة والجدران الداخلية لغرفة التسخين، وكذلك من السخانات الموجودة حول غرفة التسخين وبعد انصهار شحنة البلاستيك يتجمع المنصهر عند الرأس الحاقن، وبعد ذلك تتحرك البريمة للإمام دافعًا المصهور البلاستيكى إلى تجويف القالب، وبعد تجمد المصهور داخل تجويف القالب تبدأ البريمة بالدوران والرجوع للخلف استعداداً لدورة ثانية. وتتميز هذه الآلة بقصر زمن دورة الحقن.

وفيما يلى شرح موجز لدورة القولبة للبلاستيك المتصلب حراريًا :

١ – مرحلة صهر مسحوق البلاستيك وتجميعه عند فوهة الحقن، وذلك بالدوران المستمر للبريمة وزمن هذه المرحلة 3S.

٢ – مرحلة حقن البلاستيك المنصهر فى القالب، ويتم ذلك بتقدم البريمة مع الاستمرار فى الدوران وزمن هذه المرحلة 5S.

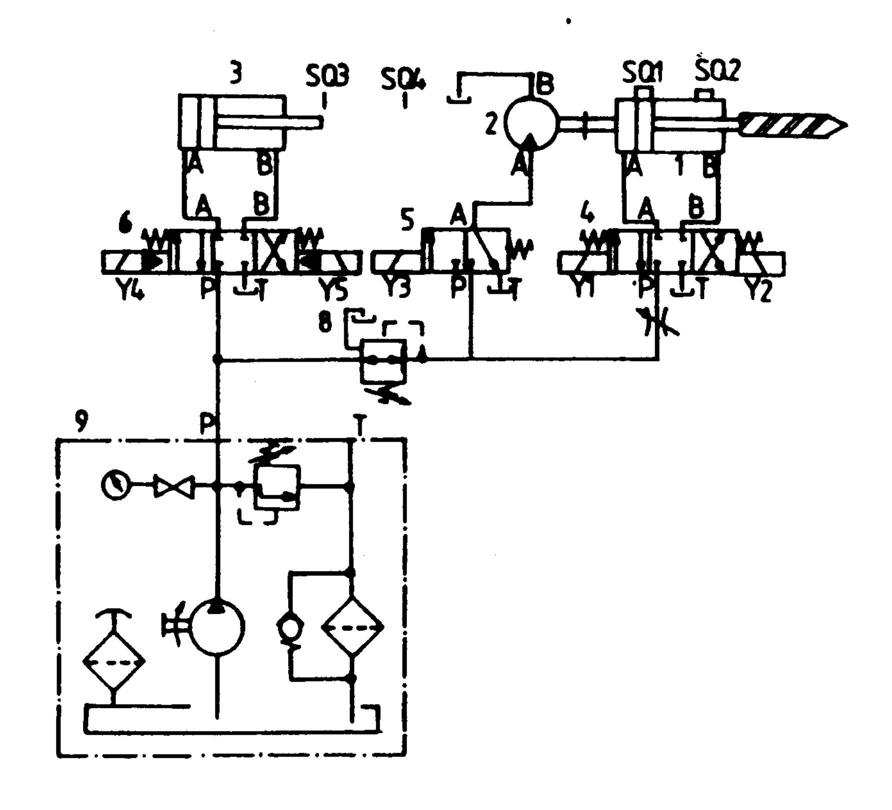
٣ – فترة لفظ القطعة المصنعة، وذلك بتراجع أسطوانة القالب للخلف ويستغرق 2S، ثم لفظ القطعة يدويًا ويستغرق 1S، ثم غلق القالب من جديد ويستغرق 2S بواسطة الأسطوانة.

ملاحظة :

لا نحتاج لزمن تبريد للبلاستيك المتصلب حراريًا بعكس البلاستيك الحرارى فيحتاج لفترة تبريد بعد الحقن.

وفى الشكل (٧ – ٢٠) الدائرة الهيدروليكية لآلة الحقن ذات البريمة الترددية حيث إن :

أسطوانة بريمة الحقن 1	صمام 4/3 بملفين ويايين سابق التحكم 6
محرك بريمة الحقن 2	صمام خانق لارجعى قابل التعديل 7
أسطوانة القالب 3	صمام تنظيم الضغط 8
صمام 4/3 بملفين ويايين 4	وحدة القدرة الهيدروليكية 9
صمام 3/2 بملف وياى 5	

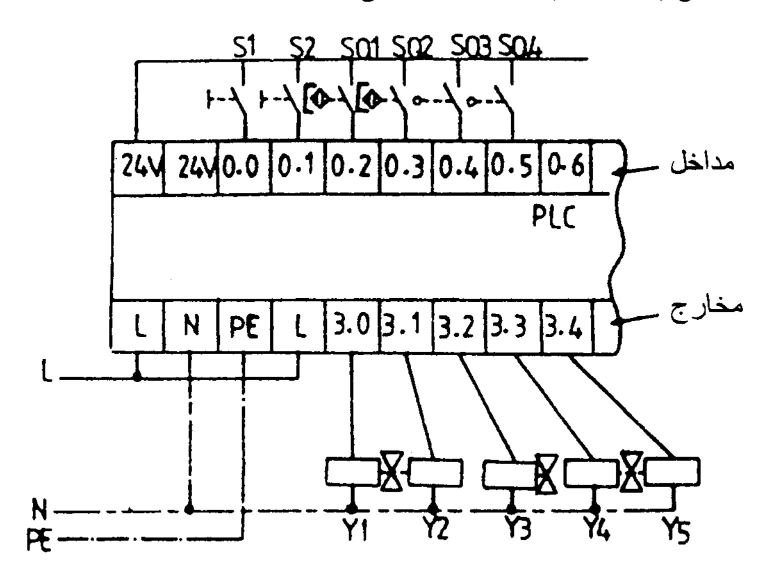


شكل (٧ – ٢٠)

وفيما يلى قائمة التخصيص :

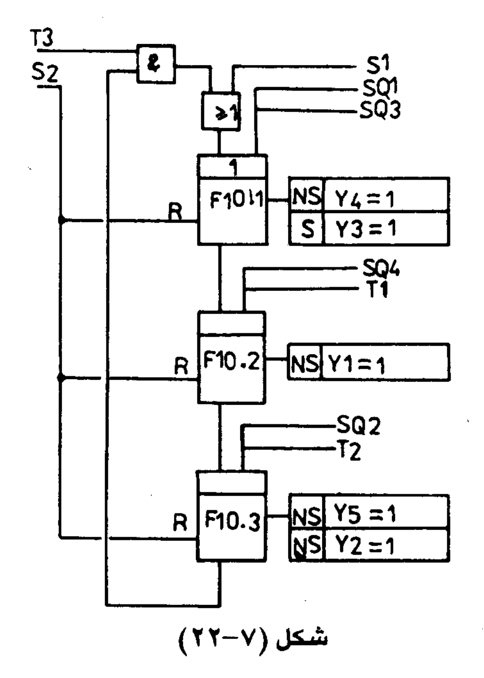
الرمز	المعامل	التعليق
S1	I0.0	ضاغط تشغيل آلة الحقن (ريشة مفتوحة)
S2	I0.1	ضاغط إيقاف آلة الحقن (ريشة مفتوحة)
SQ1	I0.2	مفتاح تقاربى مغناطيسى للعودة (ريشة مفتوحة)
SQ2	I0.3	مفتاح تقاربى للذهاب (ريشة مفتوحة)
SQ3	I0.4	مفتاح نهاية مشوار للعودة (ريشة مفتوحة)
SQ4	I0.5	مفتاح نهاية مشوار للذهاب (ريشة مفتوحة)
Y1	Q3.0	ملف الذهاب للصمام 4
Y2	Q3.1	ملف العودة للصمام 4
Y3	Q3.2	ملف الصمام 5
Y4	Q3.3	ملف الذهاب للصمام 6
Y5	Q3.4	ملف العودة للصمام 6

وفى الشكل (٧ – ٢١) مخطط التوصيل لجهاز PLC



شكل (٧-٢١)

وفى الشكل (٧-٢٢) مخطط التشغيل التتابعى المستخدم فى استنتاج الشكل السلمى .



شكل (٧-٢٢)

نظرية تنفيذ جهازPLC لخطط التشغيل التتابعى:

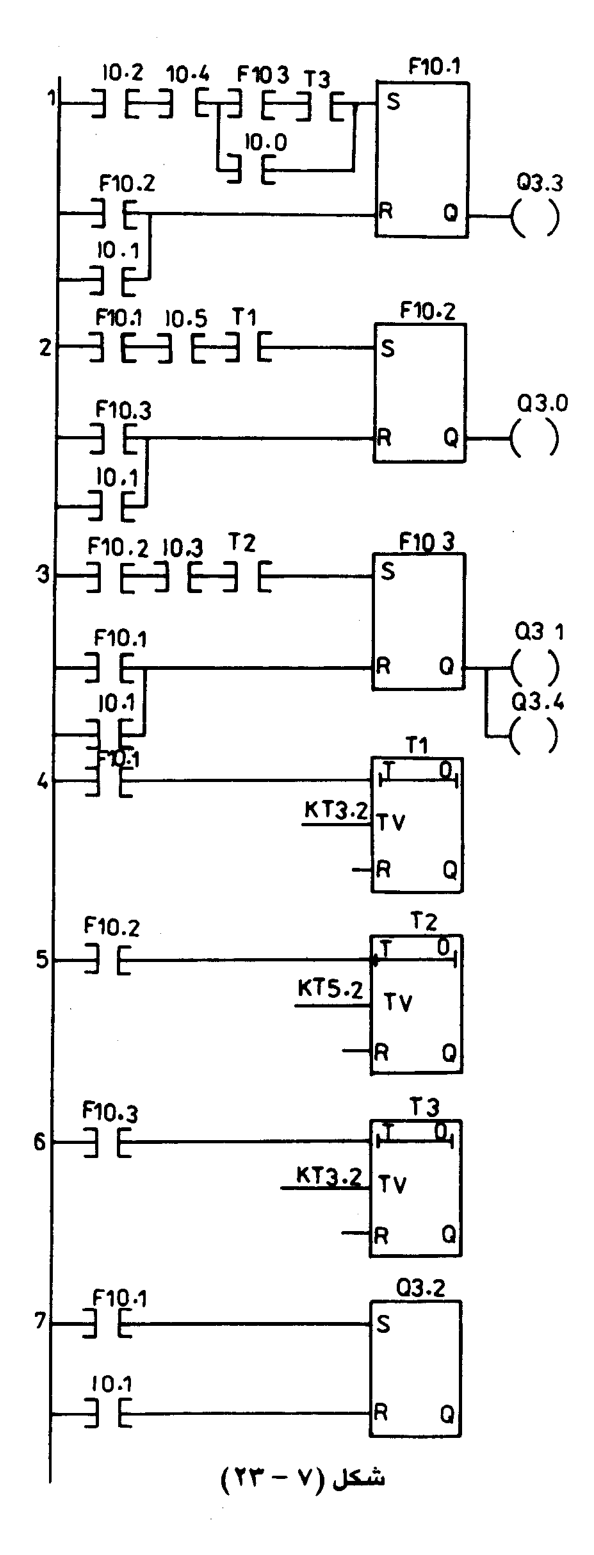
يمكن فهم نظرية تنفيذ جهاز PLC للبرنامج من فهم مخطط التشغيل التتابعى.

ففى البداية تكون الأسطوانتان 2 ,1 متراجعتين للخلف، فتصل إشارة 1 من المفتاح التقاربى SQ1 ومفتاح نهاية المشوار SQ3 إلى المداخل (I0.4, I0.2)، وعند الضغط علي الضاغط S1 تصل إشارة 1 للمداخل فتتحقق شروط الخطوة الأولى وتصبح حالة العلم F10.1 مساوية 1، فيحدث تشغيل بدون إمساك للملف Y4 (أى خلال فترة عمل الخطوة الأولى فقط) وكذلك يحدث تشغيل بإمساك للملف Y3 (أى يعمل إلى أن تصل إليه إشارة تحرير) فيدور المحرك 2 وتتقدم أسطوانة القالب لتغلق القالب، وعند وصول أسطوانة القالب لمفتاح نهاية المشوار SQ4 تصل إشارة 1 للمدخل I0.5، وبعد مرور ثلاث ثوان من بدء الخطوة الأولى تعمل الخطوة الثانية تتوقف الخطوة الأولى فتصبح حالة العلم F10.2 مساوية 1، بينما تصبح حالة F10.1 مساوية 0، فيعمل Y1 بدون إمساك (أى خلال فترة عمل الخطوة الثانية فقط)، فتتقدم أسطوانة الحقن للأمام وعند وصولها لمفتاح نهاية شوط الذهاب يعمل SQ2 فتصل إشارة 1 للمداخل 10.3، وبعد مرور خمس ثوان من بدء الخطوة الثانية تعمل الخطوة الثالثة وتتوقف الخطوة الثانية فتصبح حالة F10.2 مساوية 0 وتصبح

حالة F10.3 مساوية 1 فيعمل Y2, Y5 بدون إمساك (أى أثناء فترة عمل الخطوة الثالثة فقط) فتتراجع أسطوانة القالب لإخراج القطعة المصنعة وتتراجع البريمة للخلف فيتغير وضع ريش المفاتيح SQ1, SQ3، فتصل إشارة 1 للمدخلين (I0.4, I0.2) وبعد مرور ثلاث ثوان من بدء الخطوه الثالثة تعاد دورة التشغيل من جديد علماً بإنه يمكن إيقاف الآلة بالضغط على الضاغط S2 فتصل إشارة 1 للمدخل I0.1 فتصبح حالة جميع الأعلام، F10.1, F10.2, Fl0.3, مساوية 0، وكذلك تصبح حالة Y3 مساوية للصفر فيتوقف محرك البريمة.

وفى الشكل (٧-٢٣) الشكل السلمى المستنتج من مخطط التشغيل التتابعى وفيما يلى البرنامج البولى :

العملية	المعامل	العملية	المعامل	العملية	المعامل
A	I0.2	A	F10.2	A	F10.3
A	I0.4	=	Q3.0	L	KT3.2
A (				SR	T3
A	F10.3	A	F10.2		
A	T3	A	I0.3	A	F10.1
O		A	T2	S	Q3.2
A	I0.0	S	F10.3	A	I0.1
)		O.	F10.1	R	Q3.2
S	F10.1	O.	I0.1		
O.	F10.2	R	F10.3		
O.	I0.1	A	F10.3		
R	F10.1	=	Q3.1		
A	F10.1	=	Q3.4		
=	Q3.3				
A	F10.1	A	F10.1		
A	I0.5	L	KT3.2		
A	T1	SR	T1		
S	F10.2				
O.	F10.3	A	Fl0.2		
O.	I0.1	L	KT5.2		
R	F10.2	SR	T2		



1
I0.2
I0.4
F10 3
T3
F10.1
I0.0
S
F10.2
I0.1
R
Q
Q3.3
2
F10.1
I0.5
T1
F10.2
S
F10.3
I0.1
R
Q
Q3.0
3
F10.2
I0.3
T2
F10 3
S
F10.1
I0.1
R
Q
Q3 1
Q3.4
4
F10.1
T1
T
0
KT3.2
TV
R
Q
5
F10.2
T2
T
0
KT5.2
TV
R
Q
6
F10.3
T3
T
0
KT3.2
TV
R
Q
7
F10.1
Q3.2
S
I0.1
R
Q

شکل (۷ - ۲۳)

الملاحـــق



ملحق (١) الوحدات المستخدمة فى الهيدروليكا

الجدول التالى يعرض الكميات المختلفة ووحداتها المختلفة ومعامل التحويل من الوحدة الأولى إلى الوحدة الثانية .

الكمية	الوحدة الأولى	الرمز	الوحدة الثانية	الرمز	معامل التحويل
Pressure	Bar	bar	Atmosphere	atm	0.9869
Pressure	Bar	bar	Kilogram force/cm^2	Kgf/cm^2	1.0197
Pressure	Bar	bar	Pound force/Sq. inch (PSI)	ibf/in^2	14.5053
Force	Kilogram force	kgf	Newton	N	9.8066
Force	Kilogram force	kgf	Pound force	ibf	2.2045
Weight	Kilogram	kg	Gramme	g	1000
Weight	Kilogram	kg	Pound	lb	2.2045
Viscosity	Centistoke	cSt	Engler degree	°E	*
Temperature	Centigrade	C	Fahrenheit	°F	**
Volume Displacement	Cubic centimetre	cm^3	Litre	L	0.001
Volume Displacement	Cubic centimetre ($10^{-6}m^3$)	cm^3	Cubic inch (ft3/1728)	in^3	0.0610
Length	Centimetre (10^{-2}m)	cm	Inch (ft/12)	in	0.3937
Area (Section)	Square centimetre ($10^{-4}m^2$)	cm^2	Square inch (ft^2/144)	in^2	0.1550
Capacity	Litre	l	Gallon, UK	UK gal	0.2199
Capacity	Litre	l	Gallon, US	US gal	0.2641
Angle	Degree	0	Radian	rad	0.0174
Power	Kilowatt	kw	Horse Power	HP	1.36
Momentum (Torque)	Kilogram force metre	kgfm	Newton metre	Nm	9.8066
Momentum (Torque)	Kilogram force metre	kgfm	Pound force inch	Ibf in	86.8745
Angular Speed	Revolution per minute	RPM	Radian per second	rad/sec	0.1047
Flow	Litre per minute	l/min	Gallon (UK) per minute	(UK) GPM	0.2199
Flow	Litre per minute	l/min	Gallon (US) per minute	(US) GPM	0.2641

ملحق (٢) المعادلات والمنحنيات العملية

١ - المضخات والمحركات الهيدروليكية :

في الجدول التالى رموز وحدات الكميات المختلفة المستخدمة.

الكمية	الوحدة	الرمز
الإزاحة (الحجم الهندسى)	cc/rev	V
السرعة الدورانية	rpm	n
الضغط	bar	P
فرق الضغط بين مدخل ومخرج المحرك	bar	ΔP
معدل التدفق	l/min	Q
العزم	N.m	T
القدرة المعطاة بواسطة المحرك	kw	Wo
القدرة المستهلكة بواسطة المحرك	kw	Wi
الكفاءة الحجمية	---	η_V
الكفاءة الميكانيكية	---	η_m
الكفاءة الكلية	---	η

فيما يلى المعادلات الخاصة بالمضخات :

$$Q = \frac{V.n\ \eta_V}{1000} \qquad (L/min)$$

$$Wi = \frac{Q.P}{600\eta} \qquad (kw)$$

$$\eta = \eta_v\ \eta_m$$

وفيما يلى المعادلات الخاصة بالمحركات الهيدروليكية :

$$Q = \frac{V.n}{1000\eta_V} \quad (L/min)$$

$$Wo = \frac{Q\Delta P\eta}{600} \quad (kw)$$

$$T = \frac{V\Delta P\eta_m}{62.8} \quad (N.m)$$

مثـــال ١ :

مضخـة سرعتـهـا 2000 rpm ولهـا حجـم هندسـى 100 cc / rev عنـد ضغط 40 bar ، أوجد معدل التدفق والقدرة المستهلكة للمضخة إذا علمت أن الكفاءة الحجمية للمضخة 0.89، الكفاءة الميكانيكية للوصلة بين المضخة والمحرك الكهربائى 0.9 .

الإجابـــة :

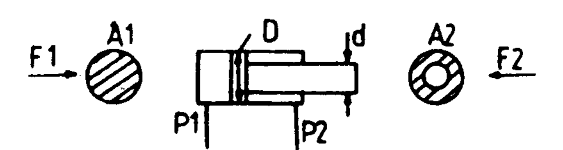
$$Q = \frac{V.n\eta_V}{1000} = \frac{100 \times 2000 \times 0.89}{1000} = 178 L/min$$

$$wi = \frac{QP}{600\eta} = \frac{178 \times 40}{600 \times 0.89 \times 0.9} = 14.8 \text{ kw}$$

٢ - الأسطوانات الهيدروليكية :

فى الجدول التالى رموز ووحدات الكميات المختلفة المستخدمة .

الرمـــز	الوحـــدة	الكميـــة
F_1	N	قوة الدفع فى التقدم (الذهاب)
F_2	N	قوة الدفع فى العودة
P_1	bar	الضغط فى غرفة المكبس
P_2	bar	الضغط فى غرفة عمود المكبس
A_1	Cm^2	مساحة المكبس
A_2	Cm^2	المساحة الحلقية للمكبس
D	mm	قطر المكبس
d	mm	قطر عمود المكبس
Q	L/min	معدل التدفق
V_1	m/sec	سرعة الأسطوانة فى التقدم
V_2	m/sec	سرعة الأسطوانة فى العودة



وفيما يلى المعادلات الخاصة بالأسطوانات :

$$F_1 = 9.8\,(P_1 A_1 - P_2 A_2) \qquad (N)$$

$$F_2 = 9.8\,(P_2 A_2 - P_1 A_1) \qquad (N)$$

$$\upsilon_1 = \frac{Q}{6A_1} \qquad m/s$$

$$\upsilon_2 = \frac{Q}{6A_2} \quad m/s$$

$$A_1 = \frac{\pi D^2}{400} \quad cm^2$$

$$A_2 = \frac{\pi (D^2 - d^2)}{400} \quad cm^2$$

مثـال ٢ :

أسطوانة لها مكبس قطره 100 mm، وضغط التشغيل لها 50 bar. احسب القوة عند التقدم، واحسب سرعة الأسطوانات عند التقدم إذا كان معدل التدفق 150 L/min .

الإجابـة :

$$F_1 = 9.8 (P_1 A_1 - P_2 A_2)$$

$$F_2 = 0$$

$$F_1 = 9.8 \times 50 \times \frac{\pi \times (100)^2}{400} = 38499.9N$$

$$\upsilon_1 = \frac{Q}{6A_1}$$

$$= \frac{150}{6\times \frac{\pi (100)^2}{400}} = 0.32 \ m/s$$

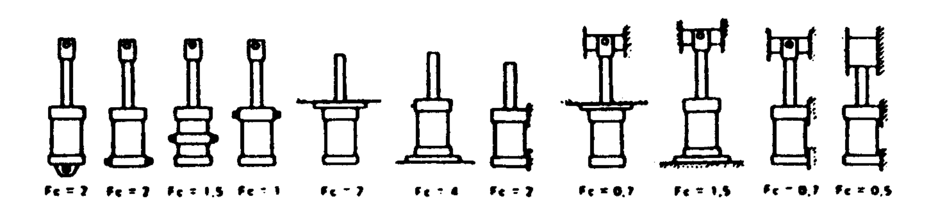
تعيين قطر عمود الأسطوانة :

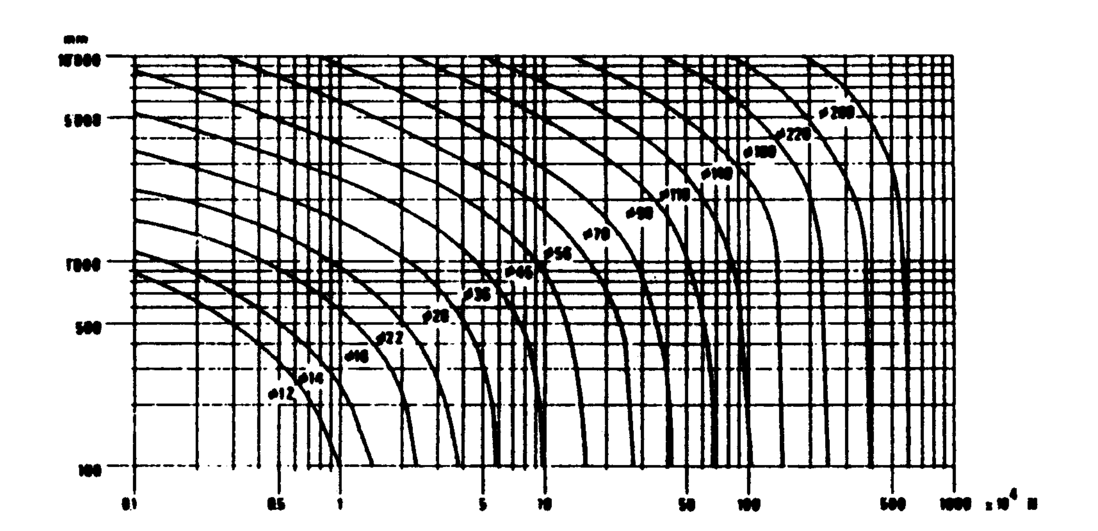
لمنع حدوث انحناء لعمود الأسطوانة يجب أن نختار قطر العمود بما يتناسب مع طوله والحمل المؤثر عليه، وكذلك طريقة تثبيت الأسطوانة.

وفيما يلي عرض للطرق المختلفة لتثبيت الأسطوانات ومعامل التركيب Fc لكل

طريقة تثبيت، وكذلك علاقة بيانية بين طول العمود الفعال Le والقوة المؤثرة على العمود عند قيم مختلفة لقطر العمود Ø بوحدة (mm) حيث إن معامل التركيب يعرف بأنه النسبة بين طول العمود الفعال Le وطول شوط الأسطوانة Ls.

أي إن : $Fc = Le / Ls$.





والجدول التالي يبين أقطار مكابس الأسطوانات بمعلومية قطر العمود، وكذلك مساحة مكبس الأسطوانة المقابلة A1 ، وأيضاً المساحة الحلقية للمكبس A2.

قطر المكبس (mm)	100		125		160		200		250		320		400	
المساحة A1 (cm^2)	78		122		201		314		490		804		1256	
قطر العمود (mm)	45	70	56	90	70	110	90	140	110	180	140	220	180	280
المساحة A2 (Cm^2)	62.6	40	98	59	162	106	250	160	395	236	650	424	1002	640

تابـــع :

قطر المكبس (mm)	80		63		50		40		32			25	
المساحة A1 (cm^2)	50		31		19.6		12.5		8			4.9	
قطر العمود (mm)	56	36	45	28	36	22	28	18	22	16	14	18	12
المساحة A2 (Cm^2)	25.6	40	15.2	2.5	9.4	15.8	6.4	10	4.2	6	6.5	2.4	3.8

مثـــال ٣ :

أسطوانة مثبتة بفلانجة أمامية وكان طول مشوارها 600 mm ، عين قطر العمود المناسب، إذا علمت أن الحمل المعرض له العمود يساوى 10000 N ، وعين كذلك قطر مكبس الأسطوانة.

الإجابــة :

من الشكل السابق نجد أن معامل التركيب للفلانجة الأمامية يساوى 2 لذا فإن :

Le :: Ls . Fc

$= 600 \times 2 = 1200$ mm

ومن العلاقة البيانية السابقة نجد أن نقطة تقاطع الخط الرأسى عند قوة 1×10^4N ، والخط الأفقى عند طول فعال 1200mm تكون أعلى المنحنى الخاص بالقطر Ø 22 mm وأسفل المنحنى الخاص بالقطر Ø 28 mm، لذلك نختار قطر Ø 28 mm للعمود للأمان.

ومن الجدول السابق نجد أن قطر مكبس الأسطوانة إما 40 mm أو 63 mm.

ملحق (٣) رموز أجهزة التحكم الكهربية

الوصـــــف	الرمز الكهربى	الحرف المميز
ضاغط بريشتين NO + NC		S
مفتاح نهاية مشوار بريشتين (NO + NC)		S
ريش تلامس ريلاى		K
ريش تلامس لكونتاكتور		K
ريشـتــان (NO + NC) لمؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل		D
ريشتان (NO + NC) لمؤقت زمنى يؤخر عند الفصل		D
ريشتان (NO + NC) لمؤقت زمنى رعاش		D
ريشتان (NO + NC) لمتمم حرارى		F
ريشتان (NO + NC) لثرموستات		S

الوصـــــف	الرمز الكهربى	الحرف المميز
ريشتان (NO + NC) لمفتاح عوامة كهربية	Q	S
قاطع دائرة أتوماتيكى		F
الملفات الحرارية لمتمم حرارى		F
محرك استنتاجى نجما دلتا	U1 V1 W1 M 3~ U2 V2 W2	M
خط كهرباء حى		L
خط تعادل		N
خط أرضى		PE
مصهر (فيوز)		F
مقاومة		R
موحد		V
مكثف		C
ثايرستور		V
ترياك		V

الوصـــــف	الرمز الكهربى	الحرف المميز
ترانزستور ضوئى		V
بوبينة كونتاكتور أو ريلاى		K
بوبينة مؤقت زمنى يؤخر عند الفصل		D, KT
بوبينة مؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل		D, KT
بوبينة مؤقت رعاش		D, KT
بوبينة صمام اتجاهى		Y
لمبة إشارة		H
مفتاح رئيسى دوار		Q
مفتاح يدوى بريشة مفتوحة NO وأخرى مغلقة NC		Q

ملحق (٤) الرموز الهيدروليكية

أولاً: رموز المضخات والمحركات الهيدروليكية:

مضخة لها تدفق ثابت بمخرج واحد.

مضخة لها تدفق ثابت بمخرجين.

مضخة لها تدفق متغير بمخرج واحد.

مضخة لها تدفق متغير بمخرجين.

محرك هيدروليكي يدور في اتجاه واحد.

محرك هيدروليكي يدور في اتجاهين.

محرك هيدروليكي متغير التدفق وباتجاه واحد.

محرك هيدروليكي متغير التدفق وباتجاهين.

محرك أو مضخة هيدروليكية بتدفق ثابت.

محرك باتجاه محدد للتدفق أو مضخة باتجاه آخر للتدفق.

محرك أو مضخة هيدروليكية بتدفق ثابت وباتجاهين.

محرك أو مضخة هيدروليكية متغير التدفق وباتجاه واحد.

محرك بتدفق فى اتجاه ومضخة بتدفق فى الاتجاه الآخر (بتدفق متغير).

محرك أو مضخة هيدروليكية بتدفق متغير وباتجاهين.

ثانياً : رموز الصمامات اللارجعية :

صمام لارجعى بدون ياى.

صمام لارجعى بياى.

صمام لارجعى بوصلة تحكم.

صمام لارجعى بوصلة تحكم ومخرج تصريف.

صمام لارجعى خانق.

صمام ترددى (بوابة أو).

ثالثاً : رموز عامة :

- مصدر الضغط.
- محرك كهربى.
- آلة احتراق داخلى.
- عمود الإدارة.
- وحدة ربط ميكانيكية.
- خط الضغط.
- خط الراجع.
- خط التحكم.
- وصلة مرنة.
- تقاطع خطوط ضغط الزيت بدون توصيل.
- وصلة تنفيس.

وصلة اختبار ضغط.

وصلة سريعة.

وصلة دوارة (خطوط متعددة).

خزان زيت بحواجز.

مركم هيدروليكى.

مرشح.

مبرد.

سخان.

مقياس ضغط.

مقياس تدفق.

رابعاً : رموز الصمامات الاتجاهية :

رمز صمام بثلاثة مواضع a, o, b.

مواضع تبين مسارات التدفق للصمام.

صمام 4/3 حيث إن عدد فتحات الصمام 4، وعدد مواضع الصمام ثلاثة مواضع.

صمام 2/2 أى بوضعى تشغيل وفتحتين.

صمام 3/2 أى بوضعى تشغيل وثلاث فتحات.

صمام 4/3 أى بثلاثة مواضع تشغيل وأربع فتحات.

صمام 6/3 أى بثلاثة مواضع تشغيل وست فتحات.

خامساً: رموز عناصر تشغيل الصمامات الاتجاهية:

ذراع تشغيل يعمل باليد.

ضاغط تشغيل يعمل باليد.

بدال يعمل بالقدم.

خابور تشغيل يعمل بالدفع بكامة متحركة.

بكرة تعمل بالدفع بكامة متحركة.

تشغيل بياى.

صمام بثلاثة مواضع يعود للوضع المركزى بفعل يايات.

صمام يعمل بملف كهربى ويعود للوضع الأيمن بياى.

صمام يعمل بملفين كهربيين ويعود للوضع المركزى بياى.

إشارة ضغط هيدروليكية.

إشارة ضغط هوائية.

سادساً: رموز الصمامات الكهربية والتناسبية والمؤازرة:

الرمز المفصل لصمام 4/3 يعمل بملفين كهربيين ويايى إرجاع بتحكم مسبق.

الرمز المختصر لصمام 4/3 يعمل بملفين كهربيين ويايى إرجاع بتحكم مسبق.

صمام اتجاهى 4/2 يعمل بإشارة هوائية أو هيدروليكية وياى إرجاع.

صمام اتجاهى 2/2 مؤازر يعمل ببكرة دفع ويستخدم كصمام اتزان للتدفق.

صمام 4/2 تناسبى.

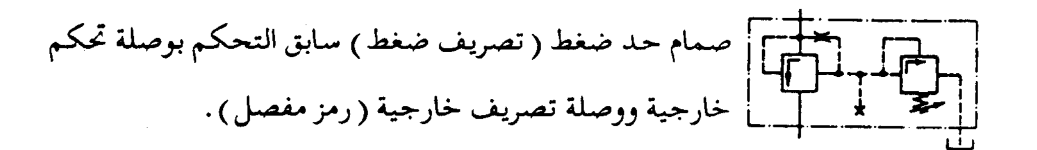
صمام 4/3 تناسبى يعمل بملفين كهربيين ويعود بيايى إرجاع.

سابعاً : رموز صمامات الضغط :

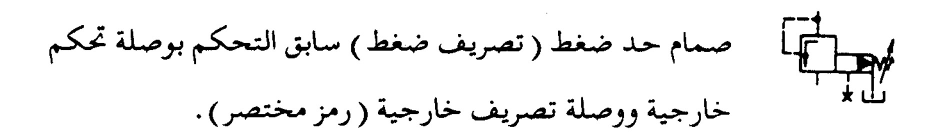
صمام الضغط المفتوح طبيعياً.

صمام الضغط المغلق طبيعياً.

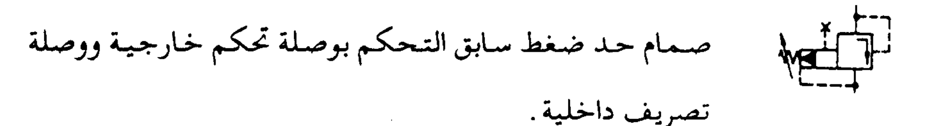
صمام حد ضغط (تصريف ضغط) مباشر يعمل عند ضغط ثابت (1) يمكن معايرته (2).



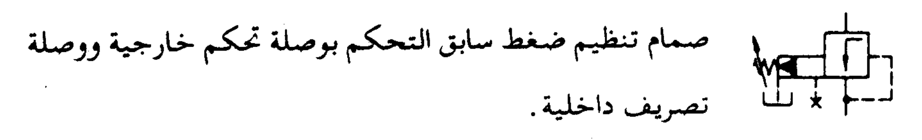
صمام حد ضغط (تصريف ضغط) سابق التحكم بوصلة تحكم خارجية ووصلة تصريف خارجية (رمز مفصل).



صمام حد ضغط (تصريف ضغط) سابق التحكم بوصلة تحكم خارجية ووصلة تصريف خارجية (رمز مختصر).



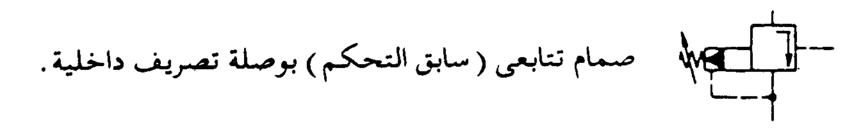
صمام حد ضغط سابق التحكم بوصلة تحكم خارجية ووصلة تصريف داخلية.



صمام تنظيم ضغط سابق التحكم بوصلة تحكم خارجية ووصلة تصريف داخلية .

صمام تنظيم ضغط مباشر بوصلة تصريف خارجية .

صمام تتابعى سابق التحكم بوصلة تصريف خارجية .



صمام تتابعى (سابق التحكم) بوصلة تصريف داخلية .

مفتاح ضغط كهربى .

ثامناً : الصمامات الخانقة :

صمام خانق ثابت الخنق 1 – متغير الخنق 2 .

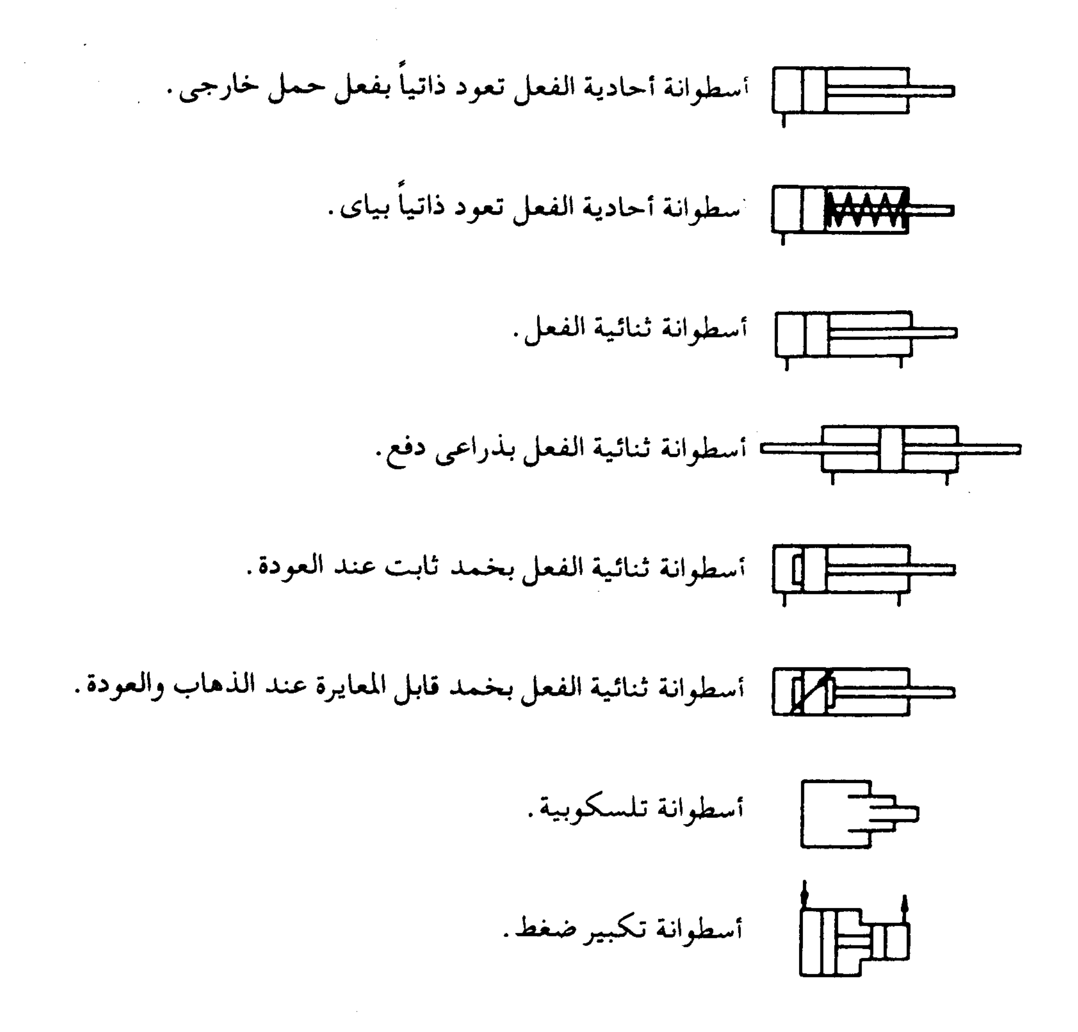
صمام تدفق مزدوج قابل المعايرة بتعويض للضغط .

صمام تنظيم تدفق ثلاثى الفتحات بتعويض للضغط .

مقسم تدفق .

تاسعاً : الأسطوانات الهيدروليكية :

أسطوانة هيدروليكية دوارة .


أسطوانة أحادية الفعل تعود ذاتياً بفعل حمل خارجى .
سطوانة أحادية الفعل تعود ذاتياً بياى .
أسطوانة ثنائية الفعل .
أسطوانة ثنائية الفعل بذراعى دفع .
أسطوانة ثنائية الفعل بخمد ثابت عند العودة .
أسطوانة ثنائية الفعل بخمد قابل المعايرة عند الذهاب والعودة .
أسطوانة تلسكوبية .
أسطوانة تكبير ضغط .

ملحق (٥) أهم المصطلحات الهيدروليكية وتعريفاتها

– الضغط المطلق ويساوى الضغط المقاس مضافًا إليه الضغط الجوى.	Absolute Pressure
– درجة الحرارة المطلقة وتساوى درجة الحرارة المقاسة منسوبة إلى الصفر المطلق والذى يساوى 273°K.	Absolute Temperature
– المركم: وهو وعاء يخزن فيه الزيت المضغوط لوقت الحاجة	Accumulator
– عنصر الفعل وهو جهاز يقوم بتحويل طاقة الضغط لطاقة حركة مثل الأسطوانات الهيدروليكية.	Actuator
– مركب كيميائى يضاف على السوائل الهيدروليكية للتحسين من خواصها.	Additive
– جهاز يستخدم لاستنزاف الهواء الموجود فى النظام الهيدروليكى وهو يمكن أن يكون صمام بإبرة أو أنبوبة شعرية أو قابس استنزاف.	Air bleeder
– الوسط المحيط مثل: الهواء الجوى.	Ambient

Automatic Control	- تحكم ذاتي (أتوماتيكي).
Back Pressure	- هو الضغط المعاكس للضغط الرئيسى الذى يعمل على تدفق السائل الهيدروليكى.
Barometer	- جهاز قياس الضغط الجوى.
Bernoulli's Principle	- مبدأ برنولي : وينص على أنه عند مرور تدفق السوائل فى الأنابيب بمنطقة خنق تزداد السرعة ويقل الضغط.
Calibrate	- ضبط أى جهاز قياس للحصول على قراءة صحيحة للكمية المقاسة.
Centigrade	- تدريج درجة الحرارة باعتبار أن نقطة تجمد الماء صفر ونقطة غليان الماء 100، وهذا التدريج مقسم إلى 100 قسم كل قسم يسمى درجة.
Check Valve	- صمام لارجعى يسمح بمرور تدفق الزيت المضغوط فى اتجاه واحد فقط.
Chemical change	- تغيير كيميائى أى تغير التركيب البنائى وعادة يقال ذلك عند حدوث تغير فى خواص الزيوت الهيدروليكية عند ارتفاع درجة حرارتها.

Contamination	– أجسام غريبة (شوائب) : توجد فى الزيوت الهيدروليكية عند تلفها أو ارتفاع درجة حرارتها .
Corrosion	– التآكل البطىء للمواد نتيجة عوامل كيميائية .
Counter balance Valve	– صمام معاكسة الوزن : ويستخدم لمنع التقدم والتراجع الجبرى للأسطوانات، وكذلك لمنع ارتعاش الأسطوانات عند تنظيم تدفق الزيت الداخل لها .
Density	– الكثافة : وهى الوزن لوحدة الحجوم .
Directional control valve	– صمام تحكم اتجاهى يستخدم فى التحكم فى اتجاه تدفق الزيت المضغوط .
Displacement	– حجم السائل الهيدروليكى الذى يمر خلال مضخة أو محرك .
Double acting cylinder	– أسطوانة ثنائية الفعل تعطى قوة دفع فى شوطيها (شوط الذهاب – شوط العودة) .
Efficiency	– الكفاءة : وهى النسبة بين القدرة الخارجة للقدرة الداخلة كنسبة مئوية .

Fahrenheit	- تدريج قياس الحرارة باعتبار أن نقطة تجمد الماء 32 ونقطة غليان الماء 212 مقسم إلى 180 قسماً متساوياً كل قسم يسمى درجة.
Feed back	- التغذية المرتدة: وهو نقل الطاقة من مخرج الجهاز لمدخله.
Filter	- مرشح يقوم بتنقية الزيت المضغوط من الشوائب وتطلق على المضخة أو المحرك حجم ثابت للسائل الهيدروليكى فى كل لفة.
Flash point	- درجة حرارة الوميض: وهى درجة الحرارة التى يتحول عندها الزيت الهيدروليكى لبخار يشتعل بمجرد حدوث أى شرر.
Flow control valve	- صمام يتحكم فى معدل تدفق الزيت المضغوط.
Flow Divider	- مقسم تدفق.
Flow meter	- جهاز قياس معدل تدفق الزيت المضغوط.
Fluid	- مائع وهو سائل أو غاز.
Fluid power	- القدرة المنقولة بواسطة الموائع.
Force	- القوة وتقوم بتغيير حالة الأجسام من السكون للحركة.

Free flow	– تدفق بدون أى معوقات وذلك بإهمال المؤثرات الخارجية مثل الاحتكاك.
Friction	– وهو احتكاك السائل الهيدروليكى عند مروره داخل المواسير بالجدران الداخلية لها.
Friction pressure drop	– هو مقدار النقص فى ضغط السائل الهيدروليكى المتدفق فى الأنابيب نتيجة للاحتكاك.
Gage pressure	– الضغط المقاس منسوباً للضغط الجوى.
Gasket	– أحد أنواع موانع التسريب وتسمى بجوان ويوضع بين الأجسام الثابتة.
Heater	– سخان.
Horsepower	– وحدة قياس القدرة وتسمى حصان ميكانيكى.
Hydraulic	– الهيدروليكا وهو علم يدرس تأثير القوى الموائع وكذلك تدفق الموائع.
Inhibitor	– أى مادة تمنع التفاعلات الكيميائية للسوائل الهيدروليكية مع الأجسام الملامسة لها والتى تسبب تآكلاً أو أكسدة.
Kelvin Scale	– تدريج كلفن باعتبار أن نقطة تجمد الماء تساوى 273، ونقطة غليان الماء تساوى 373 وكل قسم يسمى درجة.

Kinetic Energy	– طاقة الحركة .
Lamina	– طبقة من المائع .
Laminar flow	– تدفق رقائقى .
Line	– أنبوبة أو ماسورة أو خرطوم مرن يستخدم لنقل السائل الهيدروليكى .
Lever Operated	– التشغيل بذراع يدوى .
Manual control	– تحكم يدوى .
Mass production	– طريقة الإنتاج لعدد معين من شغلات متماثلة فى فترة زمنية محددة .
Meter - In	– تنظيم تدفق الزيت الداخل لعناصر الفعل .
Meter - Out	– تنظيم تدفق الزيت الخارج من عناصر الفعل .
Packing	– نوع من موانع التسريب يمنع التسريب بين جسمين يتحرك أحدهما بالنسبة للآخر .
Passage hydraulic	– مسار الزيت المضغوط داخل العناصر الهيدروليكية .
Pilot valve	– صمام إشارة يتحكم فى صمام آخر رئيسى .
Pilot operated Relief valve	– صمام تصريف ضغط سابق التحكم .

pilot operated pressure reducing valve	– صمام تنظيم ضغط سابق التحكم.
Pilot operated sequence valve	– صمام تتابعى سابق التحكم.
Piston type cylinder	– أسطوانة عمود مكبسها له مساحة مقطع أقل من نصف مساحة مقطع المكبس.
Port	– فتحة دخول أو خروج الزيت المضغوط فى العناصر الهيدروليكية.
Poppet valve	– صمام نطاط (قفاز).
Power	– القدرة.
Pressure	– الضغط.
Pressure differential	– فرق الضغط بين نقطتين فى الدائرة الهيدروليكية.
Pressure seals	– وسائل منع التسريب عند زيادة الضغط.
Pressure regulating valve	– صمام تنظيم الضغط للتحكم فى ضغط الدائرة.
Push button	– ضاغط تشغيل يعمل باليد عند الضغط عليه.

Prime mover	– مصدر القدرة الميكانيكية المستخدمة لإدارة المضخة.
Proportional valve	– صمام تناسبى.
Pump	– مضخة.
Quick coupling	– وصلة سريعة لربط خراطيم الزيت المضغوط المرن مع الأدوات المختلفة فى لحظات.
Ram type cylinder	– أسطوانة لها عمود مكبس مساحة مقطعه أكبر من نصف مساحة مقطع المكبس.
Relief valve	– صمام تصريف الضغط الزائد فى الدائرة الهيدروليكية.
Reservior	– خزان الزيت الهيدروليكى فى الدائرة الهيدروليكية.
Restrictor	– صمام خانق يقوم بتقليل معدل التدفق.
Return Line	– خط الراجع للخزان.
Sequence valve	– صمام تتابعى يسمح بمرور الزيت المضغوط عند وصول ضغطه للضغط المعاير عليه الصمام.
Servo valve	– صمام مؤازر.
Shuttle valve	– صمام ترددى وهو يكافئ بوابتين (أو) منطقتين.

Shut off valve	– محبس يدوى للفتح والغلق
Single acting cylinder	–أسطوانة أحادية الفعل تعطى قوة دفع فى شوط الذهاب فقط.
Solenoid operation	– التشغيل بملف كهربى.
Spool	– العنصر المنزلق فى الصمامات الاتجاهية المنزلقة.
Spring return	– العودة بياى إرجاع.
Steady flow	– تدفق متنظم أى سرعة ثابتة ولا تتغير مع تغير المكان والزمن.
Stream line flow	– تدفق رقائقى له شكل ثابت.
Stuffing box	– غرفة ضبط موانع التسريب للعناصر الهيدروليكية.
Supply line	– خط تغذية الزيت الهيدروليكى من الخزان للمضخة.
Surge	– ارتفاع عابر للضغط.
synchronize	– تزامن على سبيل المثال حدوث تزامن للأسطوانات أى يعملان فى نفس اللحظة ويتحركان بنفس السرعة.
Synthetic material	– مركبات كيميائية صناعية.

Throttle valve	- صمام خانق.
Throttle check valve	- صمام خانق لارجعى.
Turbulence	- حالة التدفق المضطرب.
Variable displacement	- نوع المضخة أو المحرك حيث يمكن تغيير حجم السائل الهيدروليكى لهما فى كل دورة.
Velocity	- السرعة.
Viscosity	- اللزوجة: وهى المقاومة الداخلية للموانع والتى تحاول منعها من التدفق.